

(11)Publication number : 2002-298439

(43)Date of publication of application : 11.10.2002

(51)Int.Cl.

G11B 7/24  
G11B 7/004

(21)Application number : 2001-098495

(71)Applicant : TOSHIBA CORP  
MITSUBISHI CHEMICALS CORP

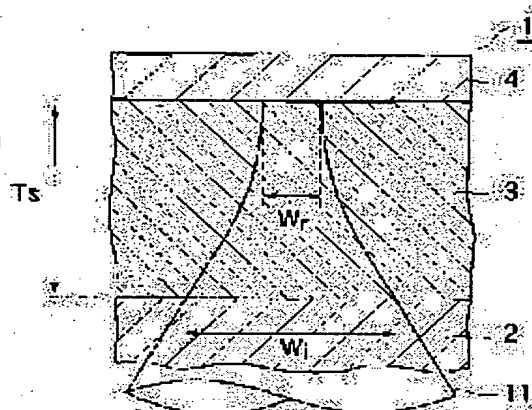
(22)Date of filing : 30.03.2001

(72)Inventor : ICHIHARA KATSUTARO  
TODORI KENJI  
KAMIYA ITARU  
YOSHIE KENICHI

## (54) OPTICAL RECORDING MEDIUM AND REPRODUCING METHOD

## (57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a technology by which a super-resolution effect can fully be obtained.

SOLUTION: An optical recording medium 1 is detachably or undetachably mounted on a reproducing device which uses light converged by a focus lens for reproduction of information, and is provided with a layered structure having a thin film recording part 4 and a super-resolution film 3 in which an optical constant changes according to irradiated light intensity, and a substrate 2 to support the layered structure. The film thickness  $T_s$  of the super-resolution film 3, light wavelength  $\lambda$  and the numerical aperture NA of the focus lens satisfy a relation illustrated in the inequality:  $T_s > 0.5 \times (\lambda/NA^2)$ .

## \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

## CLAIMS

## [Claim(s)]

[Claim 1]It is an optical recording medium carried in playback equipment using light converged on reproduction of information with a focus lens, Providing a substrate which supports a laminated structure and said laminated structure with a super resolution film from which an optical constant changes according to the thin film Records Department and irradiation light intensity, thickness  $T_s$  of said super resolution film, and the wavelength  $\lambda$  of said light and the

numerical aperture NA of said focus lens are inequality:  $T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$ .

An optical recording medium are alike and satisfying a shown relation.

[Claim 2] The optical recording medium according to claim 1, wherein said thickness  $T_s$  is thicker than 0.32 micrometer.

[Claim 3] The optical recording medium according to claim 1, wherein said thickness  $T_s$  is thicker than 0.90 micrometer.

[Claim 4] The optical recording medium according to claim 1, wherein said thickness  $T_s$  is thicker than 1.56 micrometers.

[Claim 5] It irradiates with light converged from said super resolution film side with a focus lens towards said thin film Records Department to an optical recording medium provided with a substrate which supports a laminated structure and said laminated structure with a super resolution film from which an optical constant changes according to the thin film Records Department and irradiation light intensity. It includes reading information recorded on said thin film Records Department by detecting catoptric light from said optical recording medium, Thickness  $T_s$  of said super resolution film, and the wavelength  $\lambda$  of said light and the numerical aperture NA of said focus lens are read-out of said information Inequality:  $T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$

A regeneration method carrying out under conditions which it resembles, and with which it is satisfied of a shown relation.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3. In the drawings, any words are not translated.

---

#### DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the regeneration method which reproduces the information recorded on the optical recording medium and such an optical recording medium which are applied to an optical recording medium and a regeneration method, especially have a super resolution film.

[0002]

[Description of the Prior Art] The optical disk memory which performs playback or record, and playback of information has the feature which is large scale and which was excellent in the ability to make possible rapid access of desorption of an optical disc possible by irradiating with an optical beam. Therefore, such a memory is put in practical use as memory storage which saves data with various sounds, pictures, computer data, etc.

From now on, it will be expected that it spreads further.

[0003] As art for carrying out densification of the optical disc more, It considers shortening more wavelength of the gas laser used for cutting of original recording, carrying out short wavelength

formation of the semiconductor laser which is a light source of operation, raising the numerical aperture of an object lens more, making thinner the light incidence side board of an optical disc, etc. About the optical disc in which not only playback but record is possible, various approaches, such as mark length record and land groove recordings, are considered.

[0004] In addition to these densification art, the super resolution art using a super resolution film is proposed as art in which densification can be realized effectively. According to irradiation light intensity, an optical constant consists of material which changes nonlinearly and reversibly fundamentally, and this super resolution film is provided in that light incidence side to the recording surface of an optical disc.

[0005] For example, if a gauss type beam is used as incident light when it designs the light of low strength not penetrate the optical response of the optical disc which has a super resolution film, and penetrate the light of high intensity, Since it is low strength, a recording surface is not reached, but only the beam center part of high intensity reaches a recording surface, and the edge part of the beam contributes to record and reproduction of information. This means that the beam spot diameter in a recording surface is extracted rather than the beam diameter of incident light. Therefore, according to super resolution art, it becomes possible to read the information recorded as a mark of forming the recording mark of the size of less than a diffraction limit, and such size.

[0006] Some indications are made in relation to the super resolution art mentioned above. For example, JP,11-273148,A, In the optical recording medium which has the super resolution film designed so that the super resolution effect high at the time of record might generally be acquired. in the time of record and reproduction, since beam strength differs remarkably, the super resolution effect high at the time of reproduction cannot be acquired, therefore the problem that it is necessary to use an optical system separate to record and reproduction for realizing resolution high at the time of reproduction is tackled. JP,11-273148,A by providing two or more sorts of super resolution films in which sensitivity differs mutually in an optical recording medium to such a problem, It is indicating that it becomes possible to read the information recorded as a mark of forming the recording mark of the size of less than a diffraction limit by the same optical system, and such size.

[0007] Although super resolution art can be divided roughly into a heat mode system and a photon mode system, generally operation with a single wavelength is impossible for what uses a photochromic film as a super resolution film among photon mode systems. JP,10-320857,A is indicating the semiconductor particulate dispersion film which realizes a nonlinear optical response using the absorption saturation phenomena by the electronic excitation to exciton level or a conducting zone from a filde band. When this semiconductor particulate dispersion film is used as a super resolution film, operation with a single wavelength is attained fundamentally.

[0008]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] As mentioned above, conventional technology is turned to improving the material itself which constitutes a super resolution film, or acquiring the high super resolution effect on both sides with the time of record and reproduction using the same optical system. However, sufficient super resolution effect is not necessarily acquired only by these techniques.

[0009] This invention is made in view of this situation, and is a thing.

It is providing the art which can fully pull out the purpose.

An object of this invention is to provide the art which can easily and fully pull out the super resolution effect.

[0010]

[Means for Solving the Problem] In order to solve an aforementioned problem, this invention is an optical recording medium carried in playback equipment using light converged on reproduction of information with a focus lens, Providing a substrate which supports a laminated structure and said laminated structure with a super resolution film from which an optical constant changes according to the thin film Records Department and irradiation light intensity, thickness  $T_s$  of said super resolution film, and the wavelength  $\lambda$  of said light and the numerical aperture NA of

said focus lens are inequality:  $T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$ .

An optical recording medium are alike and satisfying a shown relation is provided.

[0011] This invention, It irradiates with light converged from said super resolution film side with a focus lens towards said thin film Records Department to an optical recording medium provided with a substrate which supports a laminated structure and said laminated structure with a super resolution film from which an optical constant changes according to the thin film Records Department and irradiation light intensity. It includes reading information recorded on said thin film Records Department by detecting catoptric light from said optical recording medium, Thickness  $T_s$  of said super resolution film, and the wavelength  $\lambda$  of said light and the numerical aperture NA of said focus lens are read-out of said information Inequality:  $T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$

A regeneration method carrying out under conditions which it resembles, and with which it is satisfied of a shown relation is provided.

[0012] An optical recording medium of this invention may be an only for [ reproduction ] type, or may be recordable type in which both sides of reproduction and record are possible. In the case of the former, the thin film Records Department is usually the reflection film in which a pit was provided corresponding to information. On the other hand, in the case of the latter, the thin film Records Department usually comprises a laminated structure which laminates record film and a reflection film at least.

[0013] An optical recording medium of this invention may be an optical recording medium of rewritable type which record and elimination of information are repeated and can perform them like a phase change recording medium or an optical magnetic recording medium when it is recordable type, Or it may be a 1-time record deletion impossible type optical recording medium which can record information once like a pigment system optical recording medium.

[0014] Generally, some standards exist in optical recording art. In these standards, wavelength of light used for reflectance of an optical recording medium, size, shape, record, and/or reproduction, the numerical aperture NA of a focus lens, etc. are defined clearly, and an optical recording medium, a recording and reproducing device, etc. are designed based on these standards. For example, the wavelength  $\lambda$  of a laser beam which the numerical aperture NA of a focus lens is 0.45, and is used about CD is determined as 780 nm. The wavelength  $\lambda$  of a laser beam which the numerical aperture NA of a focus lens is 0.6, and is used about DVD is determined as 650 nm. The wavelength  $\lambda$  of a laser beam which the numerical aperture NA of a focus lens is 0.8, and is used about HD-RAM is defined near 400 nm.

[0015] Although it cannot happen in a recording and reproducing device or playback equipment which cannot detach and attach an optical recording medium, an optical recording medium of various standards may be loaded with an optical recording medium with a removable recording and reproducing device and playback equipment. Therefore, identification information for it to specify whether it is a thing corresponding to which standard is usually recorded on an optical recording medium, and a medium a dismountable recording and reproducing device, playback equipment, etc., It is being discriminated whether an optical recording medium with which it was loaded is a thing based on which standard from identification information recorded on this optical recording medium. "Identification information" said here is not restricted to what was recorded with a gestalt of a recording mark like a pit established in a reflection film, but includes reflectance of an optical recording medium, size of an optical recording medium, the geometrical feature of an optical recording medium, etc.

[0016] This invention so that it may explain in full detail later, The high super resolution effect by a very simple method of satisfying a relation shown in the above-mentioned inequality to thickness  $T_s$  of a super resolution film which constitutes the wavelength  $\lambda$  of irradiation light, and the numerical aperture NA of a focus lens and a part of an optical recording medium which it is led from such identification information, or are actually used with a device. Realization is made possible. That is, according to this invention, it becomes possible to easily and fully pull out the super resolution effect.

[0017]

[Embodiment of the Invention] Hereafter, this invention is explained more to details, referring to drawings. In each figure, the same reference mark is given to a similarly similar component, and the overlapping explanation is omitted to it.

[0018] First, the basal principle of super resolution art is explained. Drawing 1 is a graph which shows the ideal relation between irradiation light intensity and the optical constant of a super resolution film. A horizontal axis shows the irradiation light intensity  $P$  among a figure, and the vertical axis shows the transmissivity  $Tr$  of the super resolution film. The data shown in drawing 1 assumes the case where an optical beam with uniform intensity distribution is used as irradiation light.

[0019] As shown, for example in drawing 1, when irradiation light intensity is less than critical power  $P_c$ , the transmissivity  $Tr$  of a super resolution film is low, and when irradiation light intensity is more than critical power  $P_c$ , the transmissivity  $Tr$  is a high thin film. Critical power  $P_c$  is equivalent to the melting point, when a super resolution film comprises materials, such as Sb, Te, and GeSbTe, when a super resolution film comprises  $AgO_x$ , it is equivalent to the decomposition temperature, and when a super resolution film comprises leuco coloring matter, it is equivalent to the heat tenebrescence temperature. When a super resolution film is a photochromic film, ring opening reaction is equivalent to the number of photons which fully advances, and critical power  $P_c$  is equivalent to the number of photons which results in absorption saturation, when a super resolution film is a semiconductor particulate dispersion film.

[0020] Drawing 2 is a graph which shows the intensity distribution of the gauss type optical beam after [ before incidence to the super resolution film in which optical change shown in drawing 1 is shown ] a penetration. A horizontal axis shows the distance  $r$  from the center of an optical beam among a figure, and the vertical axis shows the light intensity  $P$ . The curve 51 shows the intensity distribution of the optical beam before incidence to a super resolution film, and the curve 52 shows the intensity distribution of the optical beam after penetrating a super resolution film.

[0021] While an optical beam spreads a super resolution film when entering a gauss type optical beam in a super resolution film as shown in drawing 2, the optical beam edge part whose light intensity is less than critical power  $P_c$  is intercepted, and only the optical beam center section whose light intensity is more than critical power  $P_c$  penetrates it selectively. That is, the beam diameter after penetrating a super resolution film is reduced compared with incidence before to a super resolution film. This is a basal principle of super resolution art.

[0022] Next, the principle of this invention is explained. Drawing 3 is a figure showing roughly the state where the light on which the optical constant converged the inside of a fixed field with the focus lens spreads.  $w_0$  shows the beam diameter in the focal position among the figure, and  $D_f$  shows the depth of focus. Peak power is the distance between the position and focal position which become 80% of the peak power in a focal position, and this depth-of-focus  $D_f$  can be expressed with following equation:  $D_f = 0.5 \times \lambda / NA^2$  if the numerical aperture  $NA$  of a focus lens and the wavelength  $\lambda$  of light are used. The beam diameter in the position which is [ distance  $D_f$  ] distant from a focal position is abbreviation  $1.2w_0$ .

[0023] As shown in drawing 3, the beam diameter of the converged beam spread in the direction of  $z$  decreases towards a focal position, becomes minimum  $w_0$  and increases after that in a focal position. The rate of change of this beam diameter is dramatically large in the position which is [ more than distance  $D_f$  ] distant from a focal position near the focal position although it was small.

[0024] In conventional technology, the interface of a super resolution film and the thin film Records Department was doubled with the focal position, and the thickness of the super resolution film was set up more thinly than depth-of-focus  $D_f$ . Namely, in conventional

technology, the optical beam was entered in the super resolution film, after the beam diameter has decreased even near the  $w_0$ . On the other hand, when this invention makes thickness of a super resolution film thicker than depth-of-focus  $D_f$ . When the interface of a super resolution film and the thin film Records Department is doubled with a focal position, a super resolution film is made to exist also not only near the focal position but in a position with a big rate of change of a beam diameter, and the characteristic phenomenon acquired by it is made available.

[0025]Drawing 4 is a sectional view showing roughly the optical recording medium concerning one embodiment of this invention. The optical recording medium 1 shown in drawing 4 has the thin film Records Department 4 provided on the transparent substrate 2, the super resolution film 3 provided on the transparent substrate 2, and the super resolution film 3.

[0026]Drawing 4 shows the relation with the optical beam 11 used for reproduction of the information recorded on record or the optical recording medium 1 of the thickness of the super resolution film 3 of the optical recording medium 1, and the information on the optical recording medium 1. However, drawing 4 does not necessarily show correctly the state where the optical recording medium 1 was actually irradiated with the optical beam 11. That is, in drawing 4, the effect of reducing the beam diameter brought about with the super resolution film 3 is not taken into consideration.

[0027]If the focal position of the optical beam 11 is doubled an interface or near [ its ] the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4 when thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 is thicker than depth-of-focus  $D_f$  as shown in drawing 4, Beam diameter  $w_0$  of the optical beam 11 in a focal position, and beam diameter  $w_i$  of the optical beam 11 in the interface position of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3, The relation indicated to be beam diameter  $w_r$  of the optical beam 11 in the interface position of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4 to inequality:  $w_0 \leq w_r \leq 1.12 \times w_0$ ,  $w_r < w_i$  is satisfied. The effect acquired by this invention is explained based on the above fact, referring to drawing 5 and drawing 6.

[0028]Drawing 5 is a graph which shows roughly an example of the effect acquired by this invention. A horizontal axis shows the distance  $r$  from the center of the optical beam 11 among a figure, and the vertical axis shows the light intensity  $P$ . The curve 53 is an intensity distribution profile of the optical beam 11 in the interface position of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3, and the curve 54 is an intensity distribution profile of the optical beam 11 in the interface position of the super resolution film 3 and the thin film Records Department. If critical power  $P_c$  of the super resolution film 3 is set up lower than the peak power in a focal position, while the optical beam 11 will spread the super resolution film 3, the edge part of the optical beam 11 which is less than critical power  $P_c$  is interrupted. On the other hand, the center section of the optical beam 11 which is more than critical power  $P_c$  converges, while spreading the super resolution film 3 with penetrating the super resolution film 3 so that clearly from drawing 4. Namely, when thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 is set up more thickly than depth-of-focus  $D_f$ . Only the center section of path  $\phi_{i1}$  penetrates among the optical beams 11 in the interface position of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3, and this optical beam center section converges on path  $\phi_{i1}$ , and emits the super resolution film 3.

[0029]To it, when thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 is below depth-of-focus  $D_f$ , the optical beam 11 spreads the super resolution film 3, without almost converging so that clearly from the explanation about drawing 3. Therefore, the intensity distribution profile of the optical beam [ in / in this case / the interface position of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3 ] 11 is almost equal to the intensity distribution profile of the optical beam 11 in the interface position of the super resolution film 3 and the thin film Records Department. Therefore, although that edge part that is less than critical power  $P_c$  is interrupted while the optical beam 11 spreads the super resolution film 3 in this case, path  $\phi_{i2}$  of an optical beam

center section which emits the super resolution film 3 is far large compared with path  $\phi_1'$  realized by this invention.

[0030] Thus, according to this invention, compared with the former, a far big beam diameter contractionary effect is acquired. Although the principle mentioned above is based on the argument like a model by seldom taking into consideration change of the beam profile [ the optical beam 11 spreads the super resolution film 3 supposing the case where the optical response to the optical beam 11 of the super resolution film 3 is an ideal step-function type ] of a between etc., Accuracy high enough explains the phenomenon actually observed.

[0031] Drawing 6 is a graph which shows roughly other examples of the effect acquired by this invention. Drawing 6 uses a laminated structure with the super resolution film (critical power  $P_{c2}$ ) of low sensitivity from the super resolution film (critical power  $P_{c1}$ ) of high sensitivity more as the super resolution film 3. The beam diameter contractionary effect acquired more in the super resolution film of high sensitivity the transparent substrate 2 side and when the super resolution film of low sensitivity has been arranged more to the thin film Records Department 4 side is shown. Like drawing 5, also in drawing 6, a horizontal axis shows the distance from the center of the optical beam 11, and the vertical axis shows light intensity.

[0032] As mentioned above, only the center section of path  $\phi_1$  penetrates the super resolution film 3 among the optical beams 11 in the interface position of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3, and this optical beam center section converges on path  $\phi_1'$ , and emits the super resolution film 3. However, actually, the transmissivity to the light of less than critical power  $P_c$  of the super resolution film 3 is higher than 0%, and the thickness of the super resolution film 3 is limited. And since light intensity increases according to converging, in this invention to which a beam diameter is changed a lot in the super resolution film 3 by convergence of the optical beam 11. Even if an optical beam edge part is the intensity of less than critical power  $P_{c1}$  at the time of incidence to the super resolution film 3, when emitting the super resolution film 3, the part may become more than critical power  $P_{c1}$ . That is, when the super resolution film 3 is irradiated with the optical beam 11, a beam edge part is not necessarily interrupted thoroughly actually.

[0033] On the other hand, when an above-mentioned laminated structure is adopted, the optical beam edge part which penetrated the super resolution film of the high sensitivity whose critical power is  $P_{c1}$  can be interrupted with the super resolution film of the low sensitivity which has higher critical power  $P_{c2}$ , even if intensity is raised by converging. That is, the intensity distribution profile of the transmitted light can be made more sharp in this case. Such an effect can be acquired when the laminated structure laminated so that the super resolution film of three or more layers may be turned to the outgoing radiation side from the light incidence side and it may become low sensitivity one by one is adopted. The above-mentioned effect can be acquired when it is made to incline so that the sensitivity of a super resolution film may be turned to the outgoing radiation side from the light incidence side and it may fall continuously.

[0034] Next, a more detailed structure, each component, etc. of the optical recording medium 1 which were mentioned above are explained. The above-mentioned optical recording medium 1 may be an only for [ reproduction ] type, or may be recordable type in which the both sides of reproduction and record are possible. That is, in the above-mentioned optical recording medium 1, record of information may be possible for the thin film Records Department 4, or it may be the reflection film in which the pit was established in the field by the side of the super resolution film 3 as a recording mark. The optical recording medium of rewritable type which can be carried out by the optical recording medium 1 of recordable type repeating record and elimination of information like a phase change recording medium or an optical magnetic recording medium, And the 1-time record deletion impossible type optical recording medium etc. which can record information once like a pigment system optical recording medium are included.

[0035] As a material of the transparent substrate 2, polycarbonate, polymethylmethacrylate, polyolefine, photopolymer coat glass, glass, etc. can be used. When the above-mentioned optical

recording medium 1 is an only for [ reproduction ] type, this pit can be transferred as a recording mark by forming a pit in the surface of this transparent substrate 2 on the surface of the reflection film which is the thin film Records Department 4. On the other hand, when the above-mentioned optical recording medium is recordable type, although the pit as a recording mark is not established in the surface of the transparent substrate 2, a pit, tracking grooves, etc. corresponding to address information are usually provided.

[0036]The transparent substrate 2 in which a pit and tracking grooves were provided can be obtained according to a mastering process which is explained below, for example. That is, a resist film is first formed on one principal surface of glass original recording. Next, it exposes corresponding to the pit and tracking grooves which should form the resist film using a gas laser cutting device. After forming a resist pattern by carrying out the development of the resist film, sputtering of the plating seed layer is carried out to the field in which the resist pattern of glass original recording was formed, and La Stampa is obtained by carrying out a plating process further. Then, the transparent substrate 2 by which a pit and tracking grooves were provided in the surface is obtained by performing injection molding using this La Stampa.

[0037]The transparent substrate 2 may be a transparent cover layer which counters with the substrate (not shown) which may provide the ground for forming the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4, and with which the thin film Records Department 4 and the super resolution film 3 were formed one by one, and is arranged. In the case of the latter, it is not necessary to necessarily form the transparent substrate 2.

[0038]In the above-mentioned optical recording medium 1, the super resolution film 3 may be a thin film of a heat mode system, or may be a thin film of a photon mode system.

[0039]As a thin film of a heat mode system, the thin film containing low melting point metals, such as Sb and Te, a GeSbTe film with a quick crystallization rate, the  $\text{AgO}_x$  film of pyrolysis nature, the thin film containing heat decolorant leuco series coloring matter, etc. can be mentioned, for example. The super resolution effect acquired by a heat mode system is based on the super resolution film 3 being heated by optical exposure, at least a part of constituent producing a certain thermal change, and as a result an optical constant changing nonlinearly. For example, in the thin film and GeSbTe film containing Sb or Te, when a super resolution film fuses in the beam-spot center section where light intensity is high, the optical constant changes nonlinearly. In an  $\text{AgO}_x$  film, when  $\text{AgO}_x$  contained in a super resolution film carries out a pyrolysis to Ag and O in the beam-spot center section, the optical constant changes nonlinearly. When the coloring matter and the artificial color agent which are contained in a super resolution film carry out thermal separation in the beam-spot center section, the rarefaction of the thin film containing leuco series coloring matter is carried out.

[0040]On the other hand, as a thin film of a photon mode system, a photochromic film, a semiconductor particulate dispersion film, etc. can be mentioned. In a photon mode system, the super resolution effect is acquired using the chemical reaction or electronic excitation by light. For example, in order to acquire the super resolution effect by a photochromic film, it irradiates with the light from which the ring opening reaction of a photochromic material and a ring closure reaction differ in wavelength mutually, or one side of these reactions is advanced thermally. Therefore, when a photochromic film is used, generally a complicated optical system is needed for a device impossible [ operation with a single wavelength ] therefore. In a semiconductor particulate dispersion film, the absorption saturation phenomena by the electronic excitation to exciton level or a conducting zone from a filled band are used. When a semiconductor particulate dispersion film is used as a super resolution film, since there are enough many incidence photons, the beam-spot center section where light intensity is high shows a nonlinear optical response, without the ability for the electron number which can be excited not to be insufficient, or for the state of upper level not to be saturated, and absorb an incidence photon further as a result. When a semiconductor particulate dispersion film is used, operation with a single wavelength is fundamentally [ including the case where excitation and deexcitation of the electron through authentic stable level arise ] possible.

[0041]As a semiconductor particulate dispersion film in which the super resolution effect is



acquired when light with a wavelength of 650 nm is used among semiconductor particulate dispersion films. For example, CdSSe, Cu<sub>2</sub>O, AgTe, SrSe, SrTe, The thin film which makes it come to distribute semiconductor particulates, such as CaSi, ZnTe, CdO, CdTe, GaSe, InS, AlSb, SbSe, CuAlS, and ZnSiAs, in an organic matrix can be used. As a semiconductor particulate dispersion film in which the super resolution effect is acquired when light with a wavelength of 405 nm is used, For example, the thin film which makes it come to distribute semiconductor particulates, such as ZnSSeTe, CuCl, CuBr, AgCl, AgBr, AgI, ZnO, ZnSe, GaS, AlSe, AlTe, InO, PbO, and TiO, in an organic matrix can be used. What is necessary is just to use the semiconductor material which has the gap length near the wavelength of the light to be used as a material of the above-mentioned semiconductor particulate, in using the light of wavelength other than the above for record or reproduction.

[0042] A semiconductor particulate dispersion film can be formed, for example on one principal surface of the substrate 2 by applying the coating liquid in which the semiconductor particulate was distributed with a spin coat method etc. into a liquefied organicity matrix, and stiffening a liquefied organicity matrix. Such coating liquid can be prepared by mixing the solution of the organic metallic compound which contains each element which constitutes a semiconductor, for example at a predetermined rate, and carrying out temperature up to a suitable temperature. This coating liquid is an undiluted solution, or a spin coat agent etc. can be added, and concentration adjustment can be carried out suitably, and they can be used for it. The thickness of a semiconductor particulate dispersion film is controllable by the degree of dilution of coating liquid, or the number of substrate rotations in the case of a spin coat.

[0043] When the particle diameter of a semiconductor particulate is made smaller, it can perform lengthening an excitation life and producing absorption saturation easily according to a quantum size effect, making more remarkable absorption of the level which is easy to carry out absorption saturation, for example, exciton level, etc. The particle diameter and concentration of a semiconductor particulate are controllable by the concentration of the organic metallic compound in an organometallic compound solution, the mixture ratio of an organometallic compound solution, reaction temperature, etc. Since growth of particles will reach saturation if generation of particles advances to some extent even if it is which conditions, the particles of uniform size can be obtained.

[0044] The super resolution film 3 may be set up in sensitivity so that the super resolution effect may be acquired mainly at the time of reproduction, or sensitivity may be set up so that the super resolution effect may be acquired mainly at the time of record. The sensitivity of the super resolution film 3 can be adjusted by changing for example, electron transition energy by a photon mode system by changing the melting point by a heat mode system.

[0045] In the only for [ reproduction ] type optical recording medium 1, even if the interval between each recording mark is narrowed and it forms the recording mark (pit) of less than the diffraction limit of playback equipment by setting up the sensitivity of the super resolution film 3 so that the super resolution effect may be acquired at the time of reproduction, it is renewable with high resolution. That is, storage density can be raised remarkably.

[0046] When the both sides of record and reproduction were possible, i.e., the sensitivity of the super resolution film 3 is set up in the optical recording medium 1 of recordable type so that the super resolution effect may be acquired mainly at the time of reproduction, it is difficult to make size of a recording mark remarkably small. However, even if it narrows and records the interval between each recording mark, it becomes possible to reproduce with high resolution.

[0047] When the sensitivity of the super resolution film 3 is set up so that the super resolution effect may be acquired mainly at the time of record, the both sides of narrowing and recording making size of a recording mark remarkably small and the interval between each recording mark are [ in / the optical recording medium 1 of recordable type ] possible. In this case, since it is difficult to reproduce with high resolution in the same optical system as the optical system used for record, the optical system used for record should just prepare independently the optical system which made the beam diameter smaller.

[0048] By providing two or more sorts of super resolution films in which sensitivity differs mutually in the optical recording medium 1, as indicated previously when the optical recording

medium 1 is recordable type, The information recorded as a mark of forming the recording mark of the size of less than a diffraction limit by the same optical system and such size can be read. In this case, the both sides of the super resolution film of high sensitivity and the super resolution film of low sensitivity can be stationed to the light incidence side to the thin film Records Department 4. Or the super resolution film of high sensitivity may be arranged to the light incidence side to the thin film Records Department 4, and the super resolution film of low sensitivity may be arranged between record film and a reflection film.

[0049]In the case of the latter, compared with the former, when controlling the optical loss at the time of reproduction, it is advantageous. Since the thickness of record film is as thin as about 10–30 nm, many of incident light is penetrated to the reflection film side, it is reflected with a reflection film and this transmitted light usually returns to the record film side. Since it is greatly influenced by the multiple interference effect brought about with an interference film etc., the sensitivity of record film can reduce the path of the optical beam which returns from a reflection film to record film, when the super resolution film of low sensitivity has been arranged between record film and a reflection film. Therefore, the both sides of super resolution record and super resolution reproducing are realizable by the same optical system like the case where the both sides of the super resolution film of high sensitivity and the super resolution film of low sensitivity have been stationed to the light incidence side to the thin film Records Department 4 also in this case.

[0050]When providing the laminated structure of two or more super resolution films in the light incidence side to the thin film Records Department like the former, not each super resolution film needs to be thicker than depth-of-focus  $D_f$ , and its thickness of the laminated structure should be just thicker than depth-of-focus  $D_f$ . On the other hand, in the case of the latter, the thickness of the super resolution film arranged to the thin film Records Department 4 at the light incidence side should be just thicker than depth-of-focus  $D_f$ , and there is no restriction in particular in the thickness of the super resolution film arranged between record film and a reflection film. However, the thickness of the super resolution film arranged between record film and a reflection film is less than depth-of-focus  $D_f$  preferably.

[0051]As for the critical power of the super resolution film of low sensitivity, in order to realize the both sides of super resolution record and super resolution reproducing as mentioned above, when sensitivity provides two sorts of mutually different super resolution films in the optical recording medium 1, it is preferred that it is several or more times the critical power of the super resolution film of high sensitivity. This is because record power and reproduction power differ remarkably.

[0052]As explained with reference to drawing 6, the laminated structure of the super resolution film of high sensitivity and the super resolution film of low sensitivity is used as the super resolution film 3, and when the laminated structure has been arranged so that the super resolution film of high sensitivity may be located in the light incidence side, the intensity distribution profile of the transmitted light can be made more sharp. If the relation shown in the inequality which thickness  $T_s$  of the laminated structure mentioned above is satisfied, such an effect can be acquired even if the optical recording media 1 are any of an only for [reproduction] type, and recordable type.

[0053]As a laminated structure of the super resolution film of high sensitivity, and the super resolution film of low sensitivity, the laminated structure of Te film which is a super resolution film of high sensitivity, and the GeSbTe film which is super resolution films of low sensitivity can be used about a heat mode system, for example. When such a laminated structure is a heat mode system, it is preferred to provide a transparent dielectric thin film between each super resolution film, in order to prevent that the materials which constitute them are mixed.

[0054]About a photon mode system, S content and Te content can use the laminated structure of several mutually different ZnSSeTe particle dispersion films, for example as a laminated structure which shows the super resolution effect to light with a wavelength of 405 nm. In this case, the ZnSSeTe particle dispersion film with more [content] Te content which has less S

content is used as a super resolution film of high sensitivity, and the ZnSSeTe particle dispersion film with less Te content with more [ and ] S content is used as a super resolution film of low sensitivity. If the energy gap (electron transition energy) of a ZnSSeTe particle dispersion film has much Te, it will become narrow, and if there is much S, it will spread. Absorption saturation can be produced by such low power that there are few differences of the energy gap and energy of irradiation light. Therefore, the above-mentioned laminated structure can be obtained by adjusting S content and Te content as mentioned above.

[0055]When the optical recording medium 1 mentioned above is CD, the wavelength  $\lambda$  of the laser beam which the numerical aperture NA of a focus lens is 0.5, and is used is 780 nm. Therefore, the effect mentioned above by making thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 thicker than 1.56 micrometers in this case can be acquired. When the optical recording medium 1 mentioned above is HD-RAM, the wavelength  $\lambda$  of the laser beam which the numerical aperture NA of a focus lens is 0.8, and is used is 410 nm. Therefore, the effect mentioned above by making thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 thicker than 0.32 micrometer in this case can be acquired. When the optical recording medium 1 mentioned above is DVD, the wavelength  $\lambda$  of the laser beam which the numerical aperture NA of a focus lens is 0.6, and is used is 650 nm. Therefore, the effect mentioned above by making thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 thicker than 0.90 micrometer in this case can be acquired.

[0056]According to the above-mentioned theory, the effect of this invention becomes so remarkable that the thickness of the super resolution film 3 is thick. However, actually, the transmissivity of the super resolution film 3 to the light more than critical power  $P_c$  is less than 100%. If it puts in another way, even if it is the light of high intensity, it will decrease with the super resolution film 3. Usually, since such attenuation differs according to the material used for the super resolution film 3, the upper limit of the thickness of the super resolution film 3 is suitably set up according to the material to be used.

[0057]When the above-mentioned optical recording medium 1 is an only for [ reproduction ] type, the thin film Records Department 4 is the reflection film in which the pit was established in the field by the side of the super resolution film 3 as a recording mark as mentioned above. As a material of this reflection film, metallic materials, such as an aluminum alloy and an Ag alloy, can be used. When using light with a wavelength of 650 nm as regenerated light, metal, ceramics, etc., such as Cu, Au, and TiN, can be used. A reflection film can be formed by sputtering process etc. The thickness of a reflection film is usually not less than 50 nm, and, in many cases, is set as about 100 nm.

[0058]When the above-mentioned optical recording medium 1 is recordable type, if the thin film Records Department 4 has record film which can record information once like the record film which record of information is repeated and can perform it like phase change record film or a magneto-optical recording film, or pigment system record film, restriction in particular will not have it. As a material of phase change record film, GeSbTe and AgInSbTe are typical, and TbFeCo is typical as a material of a magneto-optical recording film. In the former, optical change differs between the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4 in that it has memory nature to optical change being fundamentally, maintained, while continuing the optical exposure at the latter.

[0059]When the thin film Records Department 4 is possible for record of information, in addition to record film, the thin film Records Department 4 usually has a reflection film. A reflection film is arranged so that record film may intervene between the super resolution film 3 and a reflection film. As a material of such a reflection film, what was related with the only for [ reproduction ] type and was explained can be used.

[0060]When the above-mentioned optical recording medium 1 is recordable type, it is preferred to adopt the structure which pinched record film with the interference film of the couple for the purpose of optimization of the optical property of the thin film Records Department 4, protection of record film, etc. As a material of such an interference film, when record film is phase change record film, generally ZnS-SiO<sub>2</sub> etc. are used, and when record film is a magneto-optical

recording film, generally SiN is used.

[0061] In the optical recording medium 1 mentioned above, it is preferred that the reflectance in the interface of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3 is set up lower than the reflectance in the interface of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4. In this case, even if it does not carry out focus adjustment in particular, a focal position can be automatically doubled with the interface of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4. Regulation of such reflectance may be performed by carrying out by choosing suitably the material used for each component, or providing an antireflection film between the transparent substrate 2 and the super resolution film 3.

[0062] A refractive index consists of material which is  $n_{ar}$ , and an antireflection film is a transparent thin film whose thickness is a  $\lambda/4n_{ar}$  grade. An antireflection film can be formed by sputtering process etc. and can mention ZnS-SiO<sub>2</sub>, SiN, SiO, AlN, AlO, TiO, etc. as the material, for example. Although an antireflection film may be layer structure, it can acquire the more prominent acid-resisting effect by considering it as the laminated structure laminated so that refractive indices may differ mutually among what adjoin each other in two or more thin films.

[0063]

[Example] Hereafter, the example of this invention is described. In each example described below, the optical recording medium which has a super resolution film of the optical recording medium and photon mode system which have a super resolution film of a heat mode system is produced, and each dynamic evaluation is performed. Before describing each example separately, first of all, the super resolution film used in these examples is explained.

[0064] In the following examples, Te film was used as a super resolution film of a heat mode system. As a super resolution film of a photon mode system, The semiconductor particulate dispersion film which distributes CdSSe particles in an organic matrix and it becomes and in which an optical response is shown to light with a wavelength of 650 nm, and the semiconductor particulate dispersion film which distribute ZnSSeTe particles in an organic matrix and it becomes and in which an optical response is shown to light with a wavelength of 405 nm were used.

[0065] Te film which is a super resolution film of a photon mode system was formed by sputtering process. More specifically, Te film was formed by heating a substrate with IR lamp at the time of sputtering as a thin film of the crystalline substance which has predetermined thickness. Since it will fuse if laser heating of the Te of this crystalline substance is carried out, and that extinction coefficient falls, transmissivity increases in the fusion zone of Te film. Since crystallization of Te advances promptly, fused Te returns to Te of a crystalline substance, shortly after ending heating. As for the transmissivity of Te film, it is possible to make it change reversibly by such a principle.

[0066] On the other hand, the above-mentioned semiconductor particulate dispersion film was formed by performing the preparation process which prepares coating liquid by an organic synthesis method using an organic metallic compound as a raw material, and the application process which carries out the spin coat of the coating liquid on a substrate one by one. If a semiconductor particulate dispersion film is irradiated with a laser beam, by electronic excitation, excitation level will be saturated with an irradiation part and transmissivity will rise by it. After ending an optical exposure, it returns to the original state by deexcitation. As for the transmissivity of a semiconductor particulate dispersion film, it is possible to make it change reversibly by such a principle.

[0067] The coating liquid used for formation of a semiconductor particulate dispersion film mixed the solution of the organic metallic compound containing each element which constitutes a semiconductor at a predetermined rate, and prepared it by carrying out temperature up to a suitable temperature. According to such a method, the coating liquid in which the semiconductor particulate was distributed in the liquefied organicity matrix can be obtained. This coating liquid was an undiluted solution, or the spin coat agent etc. were added, and concentration adjustment was carried out suitably, and they were used for it. The thickness of the semiconductor

particulate dispersion film was controlled by the degree of dilution of coating liquid, or the number of substrate rotations in the case of a spin coat.

[0068]Next, the characteristic etc. of the super resolution film used in each example are explained. These characteristics were not obtained about the super resolution film formed as some optical recording media, and are obtained about the super resolution film sample which forms only a super resolution film on a substrate.

[0069]The semiconductor particulate dispersion film was produced as a super resolution film on the same conditions as carrying out in the following examples, and the mean particle diameter and particle size dispersion of the semiconductor particulate were investigated about each semiconductor particulate dispersion film. As a result, when any of CdSSe particles and ZnSSeTe particles were used as a semiconductor particulate, the mean particle diameter of the semiconductor particulate was about 3 nm, and particle size dispersion was less than 10%. When the above-mentioned heat mode system and the thickness of the photon mode system super resolution film were measured on the both sides of the palpation type thickness gage and the optical thickness gage, the result obtained by these thickness gages was in agreement in less than 10% of accuracy.

[0070]Next, the super resolution characteristic of the super resolution film sample was investigated. That is, using the high-power gas laser system, a beam diameter is several 100 micrometers, and power density irradiated the super resolution film sample with the laser beam with a uniform wavelength of 650 nm within the beam spot, and the relation between irradiation power density and transmissivity was investigated. The result is shown in drawing 7 and drawing 8.

[0071]Drawing 7 is a graph which shows the relation of the irradiation power density and transmissivity which were obtained about Te film of 1 micrometer of thickness. Drawing 8 is a graph which shows the relation of the irradiation power density and transmissivity which were obtained about the CdSSe film of 1 micrometer of thickness. In drawing 7 and drawing 8, a horizontal axis shows the irradiation power density P, and the vertical axis shows the transmissivity Tr.

[0072]As shown in drawing 7, the transmittance change of Te film is steep near the irradiation power density corresponding to melting of Te. On the other hand, although the transmittance change as Te film was not seen in a CdSSe film, the big amount of transmittance changes was able to be checked. When same evaluation was performed about Te film and the ZnSSeTe film using light with a wavelength of 405 nm, the relation almost equivalent to having been shown in drawing 7 and drawing 8 was obtained.

[0073]Next, each example is described one by one.

(Example 1) Drawing 9 is a sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 1 of this invention. The optical disc 1 shown in drawing 9 is an only for [ playback ] type, and has the structure where the super resolution film 3 and the reflection film 5 which is the thin film Records Department 4 were laminated one by one on one principal surface of the transparent substrate 2.

[0074]In this example, when the numerical aperture NA of a focus lens is 0.65, dynamic evaluation mentioned later is performed about each in the case of being 0.85, so that it may mention later. In the case of the former, as the transparent substrate 2, that by which the pit was formed in the field in which thickness is 0.6 mm and the super resolution film 3 was formed as recorded information was used, and the optical disc 1 was obtained by forming the super resolution film 3 and the reflection film 5 one by one to the field in which the pit of this transparent substrate 2 was established. The transparent substrate (not shown) by which thickness is 1.1 mm and the pit was formed in one principal surface as recorded information on the other hand in the case of the latter is used, The reflection film 5 and the super resolution film 3 were formed one by one to the field in which the pit of this transparent substrate was established, and further, when thickness arranged the transparent substrate 2 which is 0.1 mm on the super resolution film 3, the optical disc 1 was obtained.

[0075]On the basis of the resolution ( $\approx 0.5 \times \lambda / \text{NA}$ ) of an optical system, in the case of which, the pit pitch was changed, and the signal of Duty ratio 50% of single frequency was

recorded on it. In the case of which, the super resolution film 3 was formed more thickly than depth-of-focus  $D_f$ .

[0076]Next, dynamic evaluation of these optical discs 1 was performed by the method shown below. That is, after setting to a general optical disc evaluator the optical disc 1 first produced by the method mentioned above, focusing and tracking adjustment were performed by about 0.5 mW of reproduction power, rotating the disk 1. Next, the CNR value chose the reproduction power used as the maximum by irradiating with the optical beam which has gauss type intensity distribution on the track in which the pit was formed in the pitch of less than the resolution of an optical system, changing power. Reproduction power can be set up so that the transmissivity in the light irradiating part of a super resolution film may become it is low enough and high enough in the beam-spot center section by this operation in a beam-spot edge part. The information recorded on the above-mentioned optical disc 1 by the reproduction power set up by such a method was played, and the relation between a pit pitch and a CNR value was investigated.

[0077]The thickness of the material of the super resolution film 3, its thickness  $T_s$ , and the transparent substrate 2 is collectively shown in the following table 1 about the optical disc 1 which performed dynamic evaluation by this example. The wavelength  $\lambda$ , the numerical aperture NA of a focus lens, and depth-of-focus  $D_f$  of the regenerated light used for dynamic evaluation of the optical disc 1 are also collectively shown in Table 1.

[0078]

[Table 1]

		超解像膜		基板厚 (nm)	$\lambda$ (nm)	NA	$D_f$ (nm)
		種類	膜厚 (nm)				
ディスク	(1)	Te 膜	$1.5 \times 10^3$	0.6	650	0.65	770
	(2)	CdSSe 微粒子 分散膜	$1.5 \times 10^3$	0.6	650	0.65	770
	(3)	Te 膜	$1.5 \times 10^3$	0.1	650	0.85	450
	(4)	CdSSe 微粒子 分散膜	$9 \times 10^2$	0.1	650	0.85	450
	(5)	Te 膜	$9 \times 10^2$	0.6	405	0.65	480
	(6)	ZnSSeTe 微粒子分散膜	$9 \times 10^2$	0.6	405	0.65	480
	(7)	Te 膜	$5 \times 10^2$	0.1	405	0.85	280
	(8)	ZnSSeTe 微粒子分散膜	$5 \times 10^2$	0.1	405	0.85	280

[0079]Drawing 10 is a graph which shows an example of the relation of the pit length and CNR value which were obtained about the optical disc 1 concerning Example 1 of this invention. The horizontal axis shows pit length among the figure, and the vertical axis shows the CNR value. The curve 55 shows among a figure the data obtained about the disk (2) of the above-mentioned table 1, The data obtained about the disk (2) and the optical disc which has the same structure is shown except the curve 56 having set thickness of the super resolution film 3 to 500 nm, The curve 57 shows the data obtained about the disk (2) and the optical disc which has the same structure except not having formed the super resolution film 3.

[0080]Also in any of an optical disc which provided the optical disc 1 and the 500-nm-thick super resolution film 3 which formed the 1.5-micrometer-thick super resolution film 3 when pit length was less than 500 nm so that clearly from drawing 10, If compared with the optical disc which does not have the super resolution film 3, pit length can be shortened more. However, the

effects differ greatly by the case where it is referred to as the case where the thickness of the super resolution film 3 is 1.5 micrometers, and 500 nm. That is, by the thickness of the super resolution film 3 being 1.5 micrometers shows that it becomes possible to shorten pit length remarkable.

[0081]Next, the disk (1) of the above-mentioned table 1 and the optical disc 1 which has the same structure were produced except the thickness of the super resolution film 3 differing. About these optical discs 1, thickness  $T_s$  and mark length of the super resolution film 3

investigated the relation with the CNR value (CNR50) about the pit sequence which is the length of the half of the resolution of an optical system. The result is shown in drawing 11.

[0082]Drawing 11 is a graph which shows an example of the relation between the ratio of thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 to depth-of-focus  $D_f$  obtained about the optical disc 1 concerning Example 1 of this invention, and a CNR value. the inside of a figure, and a horizontal axis -- a ratio --  $T_s/D_f$  is shown and the vertical axis shows the CNR value (CNR50).

[0083]Generally, CNR needs to be not less than about 40 dB. even if it is a case where mark length is made into the length of the half of the resolution of an optical system so that clearly from drawing 11 -- a ratio -- CNR which exceeds 40 dB can be obtained by making  $T_s/D_f$  higher than one. especially -- a ratio -- the case where  $T_s/D_f$  is carried out about 1.25 - about 2.5 within the limits -- CNR50 -- a not less than 50-dB thing -- the high value was shown.

[0084]CNR50 -- a ratio -- if  $T_s/D_f$  becomes 2.5 or more, it will fall. This is since an optical path will become long and the optical absorption in a beam-spot center section will increase, if thickness  $T_s$  of a super resolution film becomes thick, and because it decreases in the process in which a part of light component which should be penetrated spreads a super resolution film and less than critical power becomes. therefore, a ratio -- as for  $T_s/D_f$  it is preferred that it is five or less, it is more preferred that it is three or less, and it is most preferred that it is two or less.

[0085]Next, evaluation explained above was performed also about the disk (1) of the above-mentioned table 1, and (3) - (8). As a result, the tendency almost same with having been shown in drawing 10 and drawing 11 was seen.

[0086]In the disk 1 produced by this example, since the reflectance in the interface of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3 was lower than the reflectance in the interface of the super resolution film 3 and the reflection film 5, it received without the interface of the super resolution film 3 and the reflection film 5, i.e., a recording surface, and the focal position was able to be doubled automatically. However, depending on the material used for the super resolution film 3, the reflectance in the interface of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3 becomes high superfluously, and if autofocus, a focal position may suit the interface of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3. Even in this case, although it is possible to double a focal position with the interface of the super resolution film 3 and the reflection film 5 by performing focusing offset preparation, it is preferred to set up lower than the reflectance in the interface of the super resolution film 3 and the reflection film 5 the reflectance in the interface of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3.

[0087](Example 2) At this example, other examples mainly explain the effect of an antireflection film about a real proof and the super resolution effect of the optical disc 1.

[0088]Drawing 12 is a sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 2 of this invention. The optical disc 1 shown in drawing 12 is recordable type, and has the structure where the antireflection film 6, the super resolution film 3, the interference film 7, the record film 8, the interference film 9, and the reflection film 5 were laminated one by one on one principal surface of the transparent substrate 2. The interference film 7, the record film 8, the interference film 9, and the reflection film 5 constitute the thin film Records Department 4. In the optical disc 1 of such a structure, the thickness of the thin film Records Department 4 except the reflection film 5 is usually set to less than the depth of focus.

[0089]In this example, the optical disc 1 shown in drawing 12 using a  $\text{ZnS-SiO}_2$  film as the

interference films 7 and 9 was produced, using a GeSbTe film as the record film 8, using 1-micrometer-thick Te film as the super resolution film 3. The optical disc 1 which has the same structure was also produced except not having the antireflection film 6.

[0090]The reflectance of the interface of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4 is 20% when the record film 8 is in a crystalline substance state, and it was adjusted so that it might become about 0%, when it was in an amorphous state. This is for acquiring high optical contrast between a recording mark formation part and an agenesiis part. Thus, when the reflectance in a crystalline substance state and an amorphous state was set up, the average reflectance of the interface of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4 after record was about 10%. The reflectance in the interface of the laminated structure and the transparent substrate 2 which consist of the antireflection film 6 and the super resolution film 3 in the optical disc 1 which formed the antireflection film 6 was about 3%, and the reflectance in the interface of the super resolution film 3 and the transparent substrate 2 was about 15% in the optical disc 1 which does not have the antireflection film 6.

[0091]Next, initial crystallization of the record film 8 of these optical discs 1 was carried out. Subsequently, the wavelength  $\lambda$  of irradiation light is 650 nm, and the method that the numerical aperture NA of a focus lens was the same estimated these optical discs 1 as Example 1 explained using the optical disc evaluator which is 0.65.

[0092]As a result, in the optical disc 1 which formed the antireflection film 6, the focal position was able to be automatically doubled on the occasion of the both sides of record and playback to the interface of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4. On the other hand, about the optical disc 1 which does not have the antireflection film 6, the focal position was able to be automatically doubled to the interface of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4 in the state before record. However, focal position of after [ record ] might suit to the interface of the transparent substrate 2 and the super resolution film 3, and reproduction might become difficult.

[0093]Even if the optical disc 1 did not have the antireflection film 6, when performing focal offset control and carrying out focusing to the interface of the super resolution film 3 and the thin film Records Department 4, even if the length of the recording mark was less than the resolution of an optical system, the regenerative signal was able to be acquired by high CNR. However, in order to continue the operation stabilized without such adjustment, it turned out that it is preferred to form the antireflection film 6 between the transparent substrate 2 and the thin film Records Department 4.

[0094](Example 3) This example proves the effect acquired when several super resolution films in which sensitivity mainly differs mutually are laminated.

[0095]Drawing 13 is a sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 3 of this invention. The optical disc 1 shown in drawing 13 is an only for [ playback ] type, and has the structure where the reflection film 5, the 1st super resolution film 3a, the 2nd super resolution film 3b, and the transparent substrate 2 which are the thin film Records Department 4 were laminated one by one on one principal surface of the transparent substrate 10. The 1st super resolution film 3a is low sensitivity compared with the 2nd super resolution film (or critical power is high). Although not illustrated, corresponding to recorded information, the pit is established in the field by the side of the reflection film 5 of the transparent substrate 10, and these pits are transferred by the field by the side of the transparent substrate 2 of the reflection film 5.

[0096]In this example, the 0.1-mm-thick UV resin board was used as the transparent substrate 2. This optical disc 1 has the structure to which the numerical aperture NA of the focus lens was suitable for the operation under the conditions which are 0.85.

It can obtain by forming the reflection film 5, the 1st super resolution film 3a, and the 2nd super resolution film 3b one by one to the field in which the pit of the transparent substrate 10 was established, and finally arranging the transparent substrate 2 to it.

[0097]In this example, the ZnSSeTe particle dispersion film was used as the super resolution film 3a of low sensitivity, and the super resolution film 3b of high sensitivity. Compared with the



super resolution film 3b, S content in the super resolution film 3a adjusted the sensitivity of these super resolution films 3a and 3b, when [ higher and ] Te content lessened more. It presupposed that the thickness of the super resolution film 3a and the thickness of the super resolution film 3b are the same, and the thickness of the laminated structure which they form produced several mutually different optical discs 1.

[0098]Next, the relation of the thickness of a laminated structure and CNR50 which the super resolution films 3a and 3b form was investigated by the method same about these optical discs 1 as Example 1 explained. as a result -- comparing with the data shown in drawing 11 -- a ratio --  $T_s/D_f$  of CNR50 improves by 2-3 dB in the two or less range -- CNR50 -- a ratio --  $T_s/D_f$  maintained the value of not less than 50 dB to 1.1 to about 3.5.

[0099]To thus, the screening effect by which an optical beam edge part is interrupted when the reason whose CNR50 improved spreads the super resolution film of high sensitivity. It is thought that it is because it was superimposed on the screening effect by which an optical beam edge part is interrupted and the intensity distribution profile of the transmitted light was made more sharp when spreading the super resolution film of low sensitivity. the ratio CNR50 indicates the value of not less than 50 dB to be -- why the upper limit of  $T_s/D_f$  was raised, It can be

considered that it is because attenuation of an excessive light in the position which is separated from a focus since the power density of the optical beam center section in the position which is separated from a focus was set up more highly than the power density from which the optical constant of a super resolution film changes was prevented.

[0100](Example 4) Drawing 14 is a sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 4 of this invention. The optical disc 1 shown in drawing 14 is recordable type, and has the structure where the 1st super resolution film 3a, the interference film 7, the record film 8, the interference film 9, the 2nd super resolution film 3b, and the reflection film 5 were laminated one by one on one principal surface of the transparent substrate 2. The interference film 7, the record film 8, the interference film 9, and the reflection film 5 constitute the thin film Records Department 4.

[0101]The structure shown in drawing 14 is suitable when the numerical aperture NA of a focus lens is about 0.65. When the numerical aperture NA of a focus lens is about 0.85, it is preferred to adopt the structure which laminates the reflection film 5, the 2nd super resolution film 3b, the interference film 9, the record film 8, the interference film 7, the 1st super resolution film 3a, and the transparent substrate 2 one by one on the substrate which is not illustrated.

[0102]In this example, the structure shown in drawing 14 was adopted and the polycarbonate disk with which an address pit and tracking grooves were formed of the mastering process was used as the transparent substrate 2. As the super resolution film 3a, thickness  $T_s$  uses the ZnSSeTe particle dispersion film which is 600 nm, As the interference film 7, the ZnS-SiO<sub>2</sub> film of 60 nm of thickness is used, As the record film 8, the GeSbTe film of 20 nm of thickness was used, the ZnS-SiO<sub>2</sub> film of 15 nm of thickness was used as the interference film 9, the ZnSSe particle dispersion film of 200 nm of thickness was used as the super resolution film 3b, and the AgPdCu film of 100 nm of thickness was used as the reflection film 5. Among these thin films, the super resolution films 3a and 3b were formed by performing preparation of coating liquid by the organic synthesis method mentioned above, and spreading by a spin coat one by one, and formed each thin film other than these by sputtering process. The optical disc 1 shown in drawing 14 as mentioned above was produced.

[0103]By changing the presentation of a semiconductor particulate and making an energy gap into a suitable value, the sensitivity of the super resolution films 3a and 3b was adjusted as the critical power of the super resolution film 3a became within the limits which is 0.5-1 mW, and so that the critical power of the super resolution film 3b might become within the limits which is 7-10 mW.

[0104]Next, the wavelength  $\lambda$  of irradiation light is 405 nm, and the numerical aperture NA of the focus lens did the record reproduction examination to the above-mentioned optical disc 1 using the optical disc evaluator which is 0.65. as a result -- in the case where the pitch of a

recording mark is  $1/4$  of the resolution (about 300 nm) of an optical system -- a not less than 40-dB thing -- the high CNR value was obtained. Except the thickness of the super resolution film 3a differing, two or more optical discs 1 which have the same structure were produced, and the record reproduction examination was done also about these optical discs. CNR and the ratio at the time of setting a mark pitch to one fourth of resolution based on the result obtained by this -- when asked for the relation with  $T_s/D_f$ , the result similar to having been shown in drawing 11 was obtained.

[0105](Example 5) This example explains an available optical disk unit to playback of the information recorded on the optical disc 1 produced in above-mentioned Example 1 - Example 4, or record of the information on the optical disc 1.

[0106]Drawing 15 is a figure showing roughly the optical disk unit concerning Example 5 of this invention. The optical disk unit 21 shown in drawing 15, The optical disc 1, the spindle motor 22, the focus lens 23, the half mirror 24, the laser light source 25, the photodetector 26, the preamplifier 27, the variable gain amplifier 28, the A/D conversion circuit 29, the linearity equivalent circuit 30, the data detection circuit 31, the decoder 32, the drive controller 33, It has the drive control system 34, the interface 35, the modulation circuit 36, and the laser driver 37. A beam shaping prism and a half-wave plate are required for the optical disk unit 21, when the optical disc 1 is a magneto-optical disc, light polarizer, an analyzer, etc. are usually required for it, but these members are omitted and drawn in drawing 15.

[0107]In the optical disk unit 21 shown in drawing 15, the optical disc 1 is an only for [ playback ] type, or recordable type, and this optical disc 1 is supported by the axis of rotation of the spindle motor 22 removable or impossible [ attachment and detachment ] so that the transparent substrate 2 may serve as for figure Nakagami. The optical disc 1 may rotate at predetermined number of rotations by controlling the number of rotations of the spindle motor 22.

[0108]Above the optical disc 1, the focus lens 23 which constitutes a part of pickup system is arranged. These pickup system and the spindle motor 22 are driven by the drive controller 33 via the drive control system 34. By the drive mechanism constituted in this way, the control, focusing, and tracking control of number of rotations of the optical disc 1 are made possible.

[0109]In this optical disk unit 21, depth-of-focus  $D_f$  of an optical system is shorter than thickness  $T_s$  of the super resolution film 3 of the optical disc 1. That is, thickness  $T_s$  of the wavelength  $\lambda$  of the laser beam emitted from the laser light source 25, the numerical aperture NA of the focus lens 23, and the super resolution film 3 of the optical disc 1 has satisfied the relation shown in inequality:  $T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$ .

[0110]It is performed by the following methods, record of the information on the optical disk unit 21 constituted in this way performing the control, focusing, and tracking control of number of rotations of the optical disc 1 as mentioned above. That is, when recording information, the basis of such control and the user-datum signal first incorporated via the interface 35 by the drive controller 33 are transmitted to the modulation circuit 36. An user-datum signal is changed into a predetermined sign bit sequence in the modulation circuit 36. The laser driver 37 drives the laser light source 25 corresponding to a sign bit sequence, and, thereby, the laser light source 25 emits a pulse form laser beam as recording light.

[0111]Recording light penetrates the half mirror 24, and is led to the focus lens 23, and convergent radiotherapy is carried out on the optical disc 1. Thereby, the recording mark corresponding to a sign bit sequence is formed in the record film 8 of the optical disc 1. Record of the information on the optical disk unit 21 shown in drawing 15 is performed as mentioned above. What is necessary is just to change the output signal of the modulation circuit 36, the output signal of the drive control system 34, etc., in order to narrow and record a shortest mark pitch.

[0112]It is performed by the following methods, playback of the information on this optical disk unit 21 performing the control, focusing, and tracking control of number of rotations of the optical disc 1 as mentioned above. That is, when recording information, the laser beam of a

reproduction power level is first emitted as regenerated light from the laser light source 25 also as that of such control. The power level of a laser beam is controllable by making the output from the laser light source 25 into pulsed light with a constant cycle, and setting up the cycle suitably. The regenerated light emitted from the laser light source 25 penetrates the half mirror 24, and is led to the focus lens 23, and convergent radiotherapy is carried out on the optical disc 1. It is reflected by the half mirror 24, and the catoptric light from the recording track of the optical disc 1 is led to the photodetector 26, and is changed into an electrical signal there.

[0113]The electrical signal from the photodetector 26 is amplified with the preamplifier 37 and the variable gain amplifier 28, and is changed into a digital signal after that in the A/D conversion circuit 29. Subsequently, this digital signal is removed in the jitter component which is filtered in the linear equalization circuit 30 and originates in a noise. The data detection circuit 31 is a digital disposal circuit which presumes a sign bit sequence by the maximum likelihood method for, for example, detecting data from the regenerative signal waveform equalized by the partial response.

Specifically, it is a Viterbi decoder.

The decoder 32 restores the sign bit sequence detected by the data detection circuit 31 to the original record data. Thus, the restored record data is outputted to the device exterior via the drive controller 33 and the interface 35. Reproduction of the information on the optical disk unit 21 shown in drawing 15 is performed as mentioned above.

[0114]The optical disk unit 21 shown in drawing 15 is recordable type in which the both sides of record and reproduction are possible. When using this optical disc 21 as an only for [ playback ] type, it is not necessary to necessarily form the modulation circuit 36. Any optical systems other than focus lens 23 and light source 25 are not restricted to the structure shown in drawing 15, and various modification is possible for them.

[0115]

[Effect of the Invention]When the interface of a super resolution film and the thin film Records Department is doubled with a focal position by making thickness  $T_s$  of a super resolution film thicker than depth-of-focus  $D_f$ , the super resolution film is made to exist also not only near the focal position but in a position with a big rate of change of a beam diameter in this invention, as explained above. Therefore, according to this invention, the remarkable big super resolution effect can be acquired compared with conventional technology. That is, according to this invention, the art which can fully pull out the super resolution effect is provided. According to this invention, the art which can easily and fully pull out the super resolution effect is provided.

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

---

#### DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1]The graph which shows the ideal relation between irradiation light intensity and the optical response of a super resolution film.

[Drawing 2]The graph which shows the intensity distribution of the gauss type optical beam after

[ before incidence to the super resolution film in which optical change shown in drawing 1 is shown ] a penetration.

[Drawing 3]The figure showing roughly the state where the light on which the optical constant converged the inside of a fixed field with the focus lens spreads.

[Drawing 4]The sectional view showing roughly the optical recording medium concerning one embodiment of this invention.

[Drawing 5]The graph which shows roughly an example of the effect acquired by this invention.

[Drawing 6]The graph which shows roughly other examples of the effect acquired by this invention.

[Drawing 7]The graph which shows the relation of the irradiation power density and transmissivity which were obtained about Te film of 1 micrometer of thickness.

[Drawing 8]The graph which shows the relation of the irradiation power density and transmissivity which were obtained about the CdSSe film of 1 micrometer of thickness.

[Drawing 9]The sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 1 of this invention.

[Drawing 10]The graph which shows an example of the relation of the pit length and CNR value which were obtained about the optical disc concerning Example 1 of this invention.

[Drawing 11]The graph which shows an example of the relation between the ratio of thickness  $T_s$  of a super resolution film to depth-of-focus  $D_f$  obtained about the optical disc concerning Example 1 of this invention, and a CNR value.

[Drawing 12]The sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 2 of this invention.

[Drawing 13]The sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 3 of this invention.

[Drawing 14]The sectional view showing roughly the optical disc concerning Example 4 of this invention.

[Drawing 15]The figure showing roughly the optical disk unit concerning Example 5 of this invention.

#### [Description of Notations]

1 -- optical recording medium; 2 and 10 -- transparent substrate; . 3, 3a, and 3b -- super resolution film; 4 -- the thin film Records Department; . 5 -- reflection film; 6 -- antireflection film; 7 and 9 -- interference film; 8 -- record film; 11 -- optical beam; 21 -- the optical disk unit 22 -- spindle motor; 23 -- focus lens; 24 -- half mirror; 25 -- laser light source; 26 -- photodetector; . 27 -- preamplifier; 28 -- variable gain amplifier; . 29 -- A/D conversion circuit; 30 [ -- Decoder /; 33 /; 35 -- Interface; 36 /; 51-57 -- Curve / -- Modulation circuit; 37 -- Laser driver / -- Drive controller; 34 -- Drive control system ] -- Linearity equivalent circuit; 31 -- Data detection circuit; 32

---

[Translation done.]

#### \* NOTICES \*

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.\*\*\*\* shows the word which can not be translated.

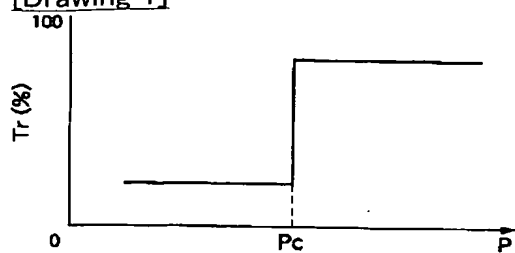
3.In the drawings, any words are not translated.

---

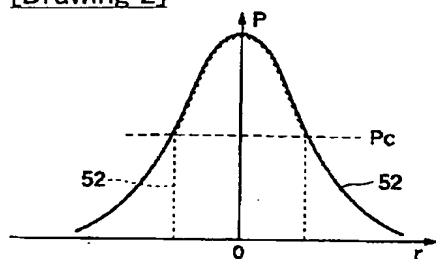
#### DRAWINGS

---

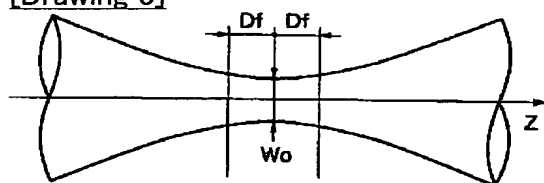
[Drawing 1]



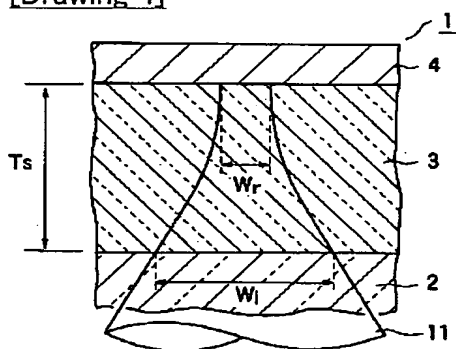
[Drawing 2]



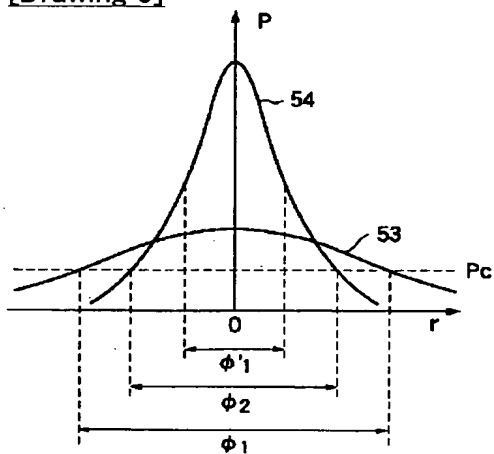
[Drawing 3]



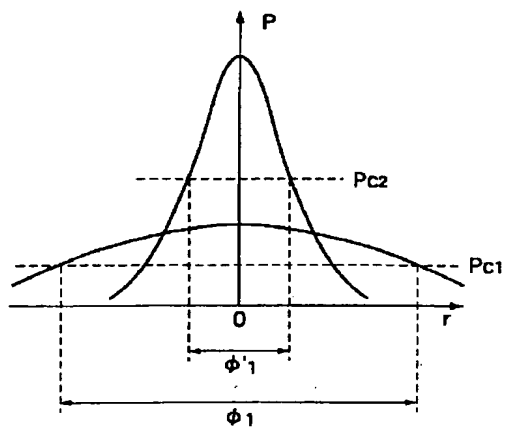
[Drawing 4]



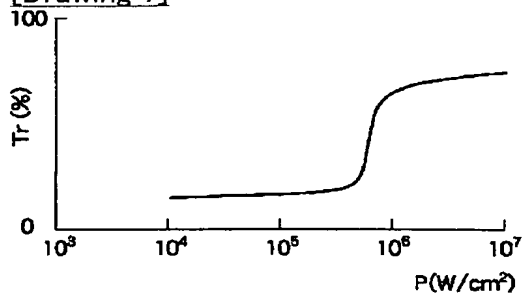
[Drawing 5]



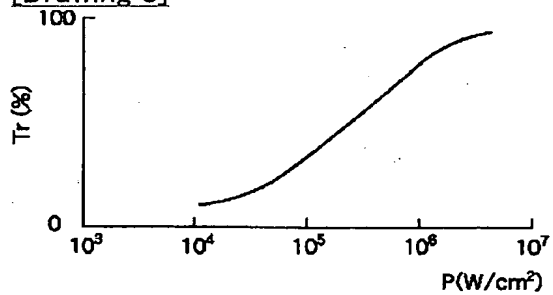
[Drawing 6]



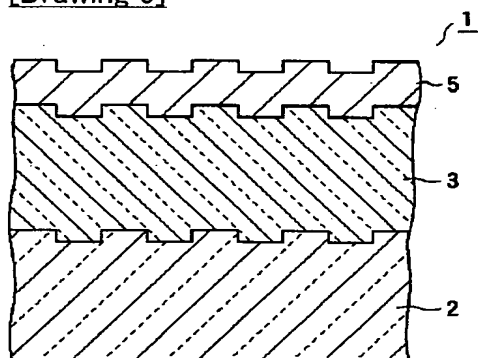
[Drawing 7]



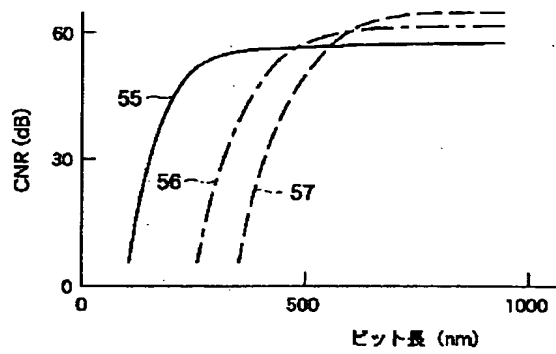
[Drawing 8]



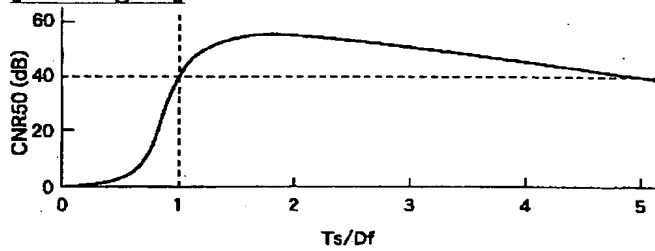
[Drawing 9]



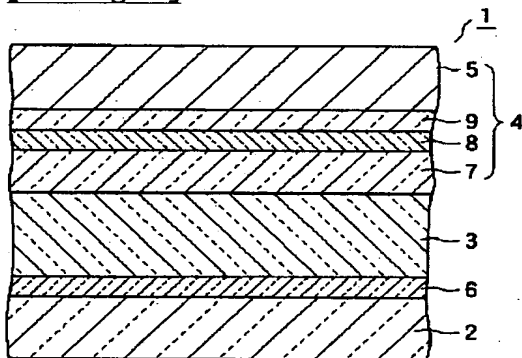
[Drawing 10]



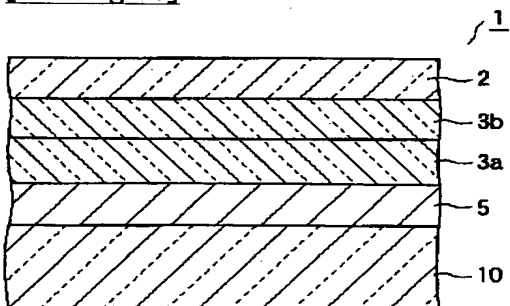
[Drawing 11]



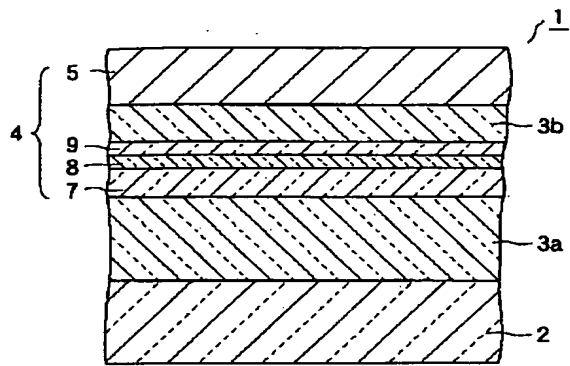
[Drawing 12]



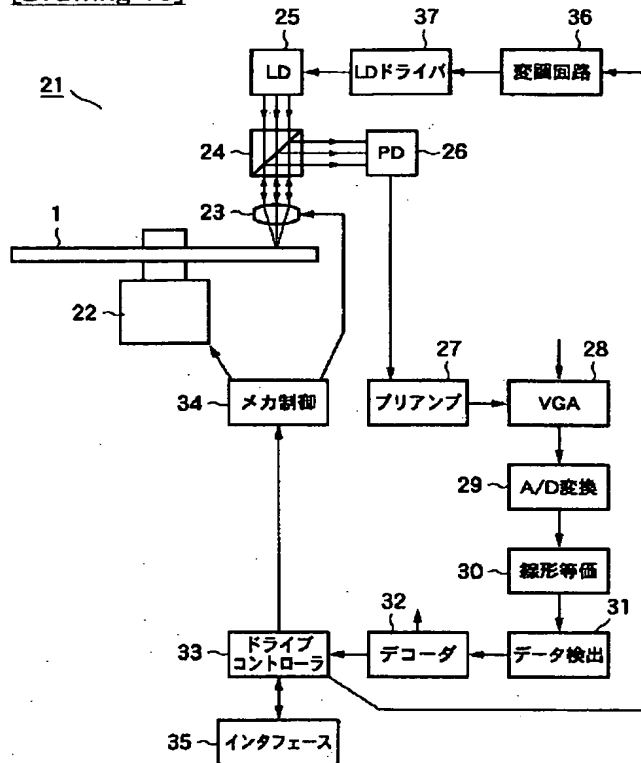
[Drawing 13]



[Drawing 14]



[Drawing 15]



[Translation done.]



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2002-298439  
(P2002-298439A)

(43) 公開日 平成14年10月11日 (2002. 10. 11)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テマコード (参考)
G 1 1 B 7/24 7/004	5 3 8	G 1 1 B 7/24 7/004	5 3 8 A 5 D 0 2 9 Z 5 D 0 9 0

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2001-98495(P2001-98495)

(22) 出願日 平成13年3月30日 (2001. 3. 30)

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

東京都港区芝浦一丁目1番1号

(71) 出願人 000005968

三菱化学株式会社

東京都千代田区丸の内二丁目5番2号

(72) 発明者 市原 勝太郎

神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
式会社東芝研究開発センター内

(74) 代理人 100058479

弁理士 鈴江 武彦 (外6名)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光記録媒体及び再生方法

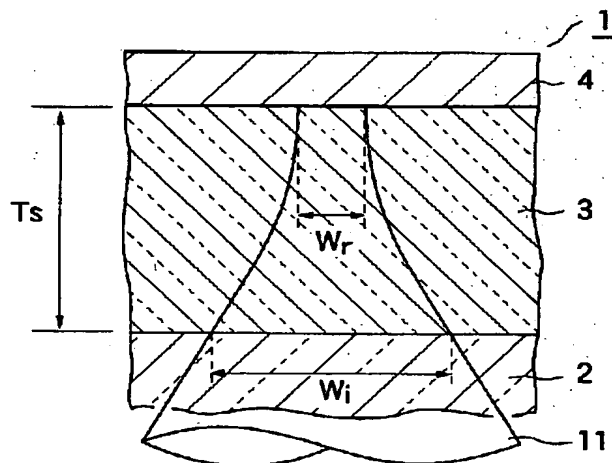
(57) 【要約】

【課題】 超解像効果を十分に引き出し得る技術を提供すること。

【解決手段】 本発明の光記録媒体1は、情報の再生に焦点レンズで集束させた光を利用する再生装置に着脱可能  
或いは着脱不可能に搭載される光記録媒体であって、薄  
膜記録部4と照射光強度に応じて光学定数に変化する超  
解像膜3との積層構造及び前記積層構造を支持する基板  
2を具備し、前記超解像膜3の膜厚 $T_s$ と前記光の波長  
 $\lambda$ と前記焦点レンズの開口数NAとは、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項 1】 情報の再生に焦点レンズで集束させた光を利用する再生装置に搭載される光記録媒体であって、薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び前記積層構造を支持する基板を具備し、前記超解像膜の膜厚  $T_s$  と前記光の波長  $\lambda$  と前記焦点レンズの開口数  $NA$  とは、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足することを特徴とする光記録媒体。

【請求項 2】 前記膜厚  $T_s$  は  $0.32 \mu m$  よりも厚いことを特徴とする請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 3】 前記膜厚  $T_s$  は  $0.90 \mu m$  よりも厚いことを特徴とする請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 4】 前記膜厚  $T_s$  は  $1.56 \mu m$  よりも厚いことを特徴とする請求項 1 に記載の光記録媒体。

【請求項 5】 薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び前記積層構造を支持する基板を備えた光記録媒体に対し前記超解像膜側から前記薄膜記録部に向けて焦点レンズで集束させた光を照射して前記光記録媒体からの反射光を検出することにより前記薄膜記録部に記録された情報を読み出すことを含み、

前記情報の読み出しを、前記超解像膜の膜厚  $T_s$  と前記光の波長  $\lambda$  と前記焦点レンズの開口数  $NA$  とが、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足する条件下で行うことを特徴とする再生方法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光記録媒体及び再生方法に係り、特に超解像膜を有する光記録媒体及びそのような光記録媒体に記録された情報を再生する再生方法に関する。

## 【0002】

【従来の技術】光ビームを照射することにより情報の再生または記録及び再生を行う光ディスクメモリは、大容量である、高速アクセスが可能である、及び光ディスクを脱着可能とすることができるなどの優れた特徴を有している。そのため、そのようなメモリは、音声、画像、及び計算機データなどの様々なデータを保存する記憶装置として実用化されており、今後、さらに普及するものと期待されている。

【0003】光ディスクをより高密度化するための技術としては、原盤のカッティングに利用するガスレーザの波長をより短くすること、動作光源である半導体レーザを短波長化すること、対物レンズの開口数をより高めること、及び光ディスクの光入射側基板をより薄くすることなどが考えられている。さらに、再生だけでなく記録

も可能な光ディスクについては、マーク長記録やランド・グルーブ記録などの様々なアプローチが考えられている。

【0004】これら高密度化技術に加え、効果的に高密度化を実現し得る技術として、超解像膜を利用した超解像技術が提案されている。この超解像膜は、基本的には、照射光強度に応じて光学定数が非線形的且つ可逆的に変化する材料からなり、光ディスクの記録面に対してその光入射側に設けられる。

10 【0005】例えば、超解像膜を有する光ディスクの光学応答を低強度の光は透過せず且つ高強度の光は透過するように設計した場合、入射光としてガウス型ビームを使用すると、そのビームの周縁部は低強度であるので記録面には到達せず、高強度のビーム中央部のみが記録面に到達して情報の記録や再生に寄与する。これは、記録面でのビームスポット径が入射光のビーム径よりも絞られていることを意味している。したがって、超解像技術によると、回折限界未満のサイズの記録マークを形成すること及びそのようなサイズのマークとして記録された情報を読み出すことが可能となる。

20 【0006】上述した超解像技術に関連して幾つかの開示がなされている。例えば、特開平 11-273148 号公報は、一般に、記録時に高い超解像効果が得られるように設計された超解像膜を有する光記録媒体では、記録時と再生時とはビーム強度が著しく異なるため、再生時に高い超解像効果を得ることができず、そのため、再生時に高い分解能を実現するには記録と再生とに別々の光学系を使用する必要があるという問題に取り組んでいる。特開平 11-273148 号公報は、このような問題に対し、光記録媒体に感度が互いに異なる二種以上の超解像膜を設けることにより、同一の光学系で回折限界未満のサイズの記録マークを形成すること及びそのようなサイズのマークとして記録された情報を読み出すことが可能となることを開示している。

30 【0007】また、超解像技術はヒートモード系とフォトンモード系とに大別することができるが、フォトンモード系のうち超解像膜としてフォトクロミック膜を利用するものは一般に単一波長での動作が不可能である。特開平 10-320857 号公報は、充満帯から励起子準位もしくは伝導帯への電子励起による吸収飽和現象を利用して非線形的な光学応答を実現する半導体微粒子分散膜を開示している。この半導体微粒子分散膜を超解像膜として用いた場合、基本的には単一波長での動作が可能となる。

## 【0008】

【発明が解決しようとする課題】上述のように、従来技術は、超解像膜を構成する材料自体を改良することや、同一の光学系を用いて記録時と再生時との双方で高い超解像効果を得ることへと向けられている。しかしながら、それら手法だけでは、必ずしも十分な超解像効果が

得られる訳ではない。

【0009】本発明は、かかる事情に鑑みてなされたものであり、超解像効果を十分に引き出し得る技術を提供することを目的とする。また、本発明は、超解像効果を容易且つ十分に引き出し得る技術を提供することを目的とする。

【0010】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明は、情報の再生に焦点レンズで集束させた光を利用する再生装置に搭載される光記録媒体であって、薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び前記積層構造を支持する基板を具備し、前記超解像膜の膜厚 $T_s$ と前記光の波長 $\lambda$ と前記焦点レンズの開口数NAとは、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足することを特徴とする光記録媒体を提供する。

【0011】また、本発明は、薄膜記録部と照射光強度に応じて光学定数が変化する超解像膜との積層構造及び前記積層構造を支持する基板を備えた光記録媒体に対し前記超解像膜側から前記薄膜記録部に向けて焦点レンズで集束させた光を照射して前記光記録媒体からの反射光を検出することにより前記薄膜記録部に記録された情報を読み出すことを含み、前記情報の読み出しを、前記超解像膜の膜厚 $T_s$ と前記光の波長 $\lambda$ と前記焦点レンズの開口数NAとが、不等式：

$$T_s > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$$

に示す関係を満足する条件下で行うことを特徴とする再生方法を提供する。

【0012】本発明の光記録媒体は、再生専用型であってもよく、或いは、再生及び記録の双方が可能な記録可能型であってもよい。前者の場合、通常、薄膜記録部は情報に対応してビットが設けられた反射膜である。一方、後者の場合、通常、薄膜記録部は少なくとも記録膜と反射膜とを積層してなる積層構造で構成される。

【0013】本発明の光記録媒体は、記録可能型である場合、相変化記録媒体や光磁気記録媒体のように情報の記録及び消去を繰り返し行うことが可能な書き換え可能型の光記録媒体であってもよく、或いは、色素系光記録媒体のように情報の記録を1回のみ行うことが可能な一回記録消去不能型の光記録媒体であってもよい。

【0014】一般に、光記録技術においては幾つかの規格が存在している。これら規格では、光記録媒体の反射率、サイズ、形状、記録及び／または再生に使用する光の波長、及び焦点レンズの開口数NAなどが明確に定められており、光記録媒体や記録再生装置などは、これら規格に基づいて設計されている。例えば、CDについては、焦点レンズの開口数NAは0.45であり且つ使用するレーザビームの波長 $\lambda$ は780nmと定められている。また、DVDについては、焦点レンズの開口数NA

は0.6であり且つ使用するレーザビームの波長 $\lambda$ は650nmと定められている。さらに、HD-RAMについては、焦点レンズの開口数NAは0.8であり且つ使用するレーザビームの波長 $\lambda$ は400nm付近に定められている。

【0015】光記録媒体を着脱不可能な記録再生装置や再生装置などでは起こり得ないが、光記録媒体を着脱可能な記録再生装置や再生装置などでは、様々な規格の光記録媒体が装填される可能性がある。そのため、通常、光記録媒体にはそれがいずれの規格に対応するものかを特定するための識別情報が記録されており、媒体を取り外し可能な記録再生装置や再生装置などは、この光記録媒体に記録された識別情報から、装填された光記録媒体がいずれの規格に基づくものであるのかを識別している。なお、ここで言う「識別情報」は、反射膜に設けられたビットのような記録マークの形態で記録されたものに限られず、光記録媒体の反射率、光記録媒体のサイズ、及び光記録媒体の形状的特徴なども包含する。

【0016】本発明は、後で詳述するように、そのような識別情報から導かれるか或いは装置で実際に使用する照射光の波長 $\lambda$ 及び焦点レンズの開口数NAと光記録媒体の一部を構成する超解像膜の膜厚 $T_s$ とに上記不等式に示す関係を満足させるという極めて簡便な方法で高い超解像効果を実現可能とするものである。すなわち、本発明によると、超解像効果を容易且つ十分に引き出すことが可能となる。

【0017】

【発明の実施の形態】以下、本発明について、図面を参照しながらより詳細に説明する。なお、各図において、同様または類似する構成要素等には同一の参照符号を付し、重複する説明は省略する。

【0018】まず、超解像技術の基本的原理について説明する。図1は、照射光強度と超解像膜の光学定数との間の理想的な関係を示すグラフである。図中、横軸は照射光強度 $P$ を示し、縦軸は超解像膜の透過率 $T_r$ を示している。なお、図1に示すデータは、照射光として強度分布が一様な光ビームを使用した場合を想定している。

【0019】超解像膜は、例えば図1に示すように、照射光強度が臨界パワー $P_c$ 未満である場合には透過率 $T_r$ が低く、照射光強度が臨界パワー $P_c$ 以上である場合には透過率 $T_r$ が高い薄膜である。なお、臨界パワー $P_c$ は、超解像膜が $Sb$ 、 $Te$ 、及び $GeSbTe$ などの材料で構成される場合はその融点に相当し、超解像膜が $AgO_x$ で構成される場合はその分解温度に相当し、超解像膜がロイコ色素で構成される場合はその熱褪色温度に相当する。また、臨界パワー $P_c$ は、超解像膜がフォトリソミック膜である場合には例えば開環反応が十分に進行するフォトン数に相当し、超解像膜が半導体微粒子分散膜である場合には吸収飽和に至るフォトン数に相当する。

【0020】図2は、図1に示す光学変化を示す超解像膜への入射前及び透過後におけるガウス型光ビームの強度分布を示すグラフである。図中、横軸は光ビームの中心からの距離 $r$ を示し、縦軸は光強度 $P$ を示している。また、曲線5.1は超解像膜への入射前における光ビームの強度分布を示し、曲線5.2は超解像膜を透過後の光ビームの強度分布を示している。

【0021】図2に示すように、超解像膜にガウス型の光ビームを入射させた場合、光ビームが超解像膜を伝播する間に、光強度が臨界パワー $P_c$ 未満である光ビーム周縁部は遮断され、光強度が臨界パワー $P_c$ 以上である光ビーム中央部のみが選択的に透過する。すなわち、超解像膜を透過した後のビーム径は、超解像膜への入射前に比べて縮小される。これが、超解像技術の基本的原理である。

【0022】次に、本発明の原理について説明する。図3は、光学定数が一定の領域内を焦点レンズで集束させた光が伝播する状態を概略的に示す図である。なお、図中、 $w_0$ は焦点位置でのビーム径を示しており、 $D_f$ は焦点深度を示している。この焦点深度 $D_f$ は、ピークパワーが焦点位置におけるピークパワーの80%となる位置と焦点位置との間の距離であり、焦点レンズの開口数NAと光の波長 $\lambda$ とを用いると、下記等式：

$$D_f = 0.5 \times \lambda / NA^2$$

で表すことができる。また、焦点位置から距離 $D_f$ 離れた位置でのビーム径は約 $1.2 \times w_0$ である。

【0023】図3に示すように、 $z$ 方向に伝播する集束光のビーム径は、焦点位置に向けて減少し、焦点位置で最小値 $w_0$ となり、その後、増加する。このビーム径の変化率は、焦点位置近傍では僅かであるが、焦点位置から距離 $D_f$ 以上離れた位置では非常に大きい。

【0024】従来技術では、超解像膜と薄膜記録部との界面を焦点位置に合わせ、超解像膜の膜厚は焦点深度 $D_f$ よりも薄く設定していた。すなわち、従来技術では、光ビームを、ビーム径が $w_0$ 近傍にまで減少した状態で超解像膜に入射させていた。これに対し、本発明は、超解像膜の厚さを焦点深度 $D_f$ よりも厚くすることにより、超解像膜と薄膜記録部との界面を焦点位置に合わせた場合に、焦点位置近傍だけでなくビーム径の変化率の大きな位置にも超解像膜を存在させ、それによって得られる特有な現象を利用可能とするものである。

【0025】図4は、本発明の一実施形態に係る光記録媒体を概略的に示す断面図である。図4に示す光記録媒体1は、透明基板2と、透明基板2上に設けられた超解像膜3と、超解像膜3上に設けられた薄膜記録部4を有している。

【0026】図4は、光記録媒体1の超解像膜3の膜厚と、光記録媒体1への情報の記録または光記録媒体1に記録された情報の再生に利用する光ビーム11との関係を示している。但し、図4は、光ビーム11を光記録媒

体1に実際に照射した状態を正確に示している訳ではない。すなわち、図4においては、超解像膜3によってもたらされるビーム径を縮小するという効果は考慮されていない。

【0027】図4に示すように、超解像膜3の膜厚 $T$ 、が焦点深度 $D_f$ よりも厚い場合、光ビーム11の焦点位置を超解像膜3と薄膜記録部4との界面またはその近傍に合わせると、焦点位置における光ビーム11のビーム径 $w_0$ と、透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11のビーム径 $w_1$ と、超解像膜3と薄膜記録部4との界面位置における光ビーム11のビーム径 $w_r$ とは、不等式：

$$w_0 \leq w_r \leq 1.12 \times w_0$$

$$w_r < w_1$$

に示す関係を満足する。以上の事実を踏まえて、図5及び図6を参照しながら本発明により得られる効果を説明する。

【0028】図5は、本発明により得られる効果の一例を概略的に示すグラフである。図中、横軸は光ビーム11の中心からの距離 $r$ を示し、縦軸は光強度 $P$ を示している。また、曲線5.3は透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルであり、曲線5.4は超解像膜3と薄膜記録部との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルである。超解像膜3の臨界パワー $P_c$ を焦点位置でのピークパワーよりも低く設定すると、光ビーム11が超解像膜3を伝播する間に、臨界パワー $P_c$ 未満である光ビーム11の周縁部は遮られる。一方、臨界パワー $P_c$ 以上である光ビーム11の中央部は超解像膜3を透過するのとともに、図4から明らかなように超解像膜3を伝播する間に集束する。すなわち、超解像膜3の膜厚 $T$ を焦点深度 $D_f$ よりも厚く設定した場合、透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11のうち径 $\phi_1$ の中央部のみが透過し、この光ビーム中央部は径 $\phi_1'$ に集束されて超解像膜3を出射する。

【0029】それに対し、超解像膜3の膜厚 $T$ が焦点深度 $D_f$ 以下である場合、図3に関する説明から明らかなように、光ビーム11は殆ど集束することなく超解像膜3を伝播する。そのため、この場合、透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルは、超解像膜3と薄膜記録部との界面位置における光ビーム11の強度分布プロファイルとほぼ等しい。そのため、この場合、光ビーム11が超解像膜3を伝播する間に臨界パワー $P_c$ 未満であるその周縁部は遮られるものの、超解像膜3を出射する光ビーム中央部の径 $\phi_2$ は、本発明により実現される径 $\phi_1'$ に比べると遥かに大きい。

【0030】このように、本発明によると、従来に比べて遥かに大きなビーム径縮小効果が得られる。なお、上述した原理は、超解像膜3の光ビーム11に対する光学

応答が理想的なステップ関数型である場合を想定し且つ光ビーム11が超解像膜3を伝播する間におけるビームプロファイルの変化をあまり考慮していないなど、モデル的な議論に基づいているが、実際に観測される現象を十分に高い精度で説明するものである。

【0031】図6は、本発明により得られる効果の他の例を概略的に示すグラフである。図6は、超解像膜3として、より高感度の超解像膜（臨界パワー $P_{c1}$ ）とより低感度の超解像膜（臨界パワー $P_{c2}$ ）との積層構造を利用し、より高感度の超解像膜を透明基板2側に及びより低感度の超解像膜を薄膜記録部4側に配置した場合に得られるビーム径縮小効果を示している。なお、図5と同様、図6においても、横軸は光ビーム11の中心からの距離を示し、縦軸は光強度を示している。

【0032】上述のように、透明基板2と超解像膜3との界面位置における光ビーム11のうち径 $\phi_1$ の中央部のみが超解像膜3を透過し、この光ビーム中央部は径 $\phi_1$ に集束されて超解像膜3を出射する。しかしながら、現実的には、超解像膜3の臨界パワー $P_c$ 未満の光に対する透過率は0%よりも高く、また、超解像膜3の膜厚は有限である。しかも、光強度は集束するのに応じて増加するので、光ビーム11の集束によって超解像膜3中でビーム径を大きく変化させる本発明では、光ビーム周縁部は、超解像膜3への入射時には臨界パワー $P_{c1}$ 未満の強度であったとしても、超解像膜3を出射する際にはその一部が臨界パワー $P_{c1}$ 以上となることがある。すなわち、超解像膜3に光ビーム11を照射した場合、実際には、ビーム周縁部が完全に遮られる訳ではない。

【0033】これに対し、上述の積層構造を採用した場合、臨界パワーが $P_{c1}$ である高感度の超解像膜を透過した光ビーム周縁部は、集束することにより強度が高められたとしても、より高い臨界パワー $P_{c2}$ を有する低感度の超解像膜で遮ることができる。すなわち、この場合、透過光の強度分布プロファイルをよりシャープなものとすることができる。なお、このような効果は、3層以上の超解像膜を光入射側から出射側に向けて順次低感度となるように積層してなる積層構造を採用した場合においても得ることができる。また、上記の効果は、超解像膜の感度を光入射側から出射側に向けて連続的に低下するように傾斜させた場合においても得ることができる。

【0034】次に、上述した光記録媒体1のより詳細な構造及び各構成要素などについて説明する。上記の光記録媒体1は、再生専用型であってもよく、或いは、再生及び記録の双方が可能な記録可能型であってもよい。すなわち、上記光記録媒体1において、薄膜記録部4は、情報の記録が可能なものであってもよく、或いは、超解像膜3側の面に記録マークとしてビットが設けられた反射膜であってもよい。なお、記録可能型の光記録媒体1は、相変化記録媒体や光磁気記録媒体のように情報の記録及び消去を繰り返し行うことが可能な書き換え可能型

の光記録媒体、及び、色素系光記録媒体のように情報の記録を1回のみ行うことが可能な一回記録消去不能型の光記録媒体などを包含する。

【0035】透明基板2の材料としては、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリオレフィン、フォトリソコートガラス、及びガラスなどを使用することができる。上記光記録媒体1が再生専用型である場合、この透明基板2の表面にビットを形成することにより、このビットを薄膜記録部4である反射膜の表面に記録マークとして転写することができる。一方、上記光記録媒体が記録可能型である場合、通常、透明基板2の表面には、記録マークとしてのビットは設けられないが、アドレス情報に対応したビットやトラッキンググループなどが設けられる。

【0036】ビットやトラッキンググループが設けられた透明基板2は、例えば、以下に説明するようなマスタリングプロセスによって得ることができる。すなわち、まず、ガラス原盤の一方の主面上にレジスト膜を形成する。次に、ガスレーザカッティング装置を用いて、そのレジスト膜を形成すべきビットやトラッキンググループに対応して露光する。レジスト膜を現像処理することによってレジストパターンを形成した後、ガラス原盤のレジストパターンを形成した面にメッキシード層をスパッタリングし、さらにメッキプロセスを実施することによりスタンパを得る。その後、このスタンパを用いて射出成形を行うことにより、表面にビットやトラッキンググループが設けられた透明基板2を得る。

【0037】なお、透明基板2は、超解像膜3及び薄膜記録部4を形成するための下地を提供するものであってもよく、或いは、薄膜記録部4及び超解像膜3が順次形成された基板（図示せず）と対向して配置される透明カバー層であってもよい。後者の場合、透明基板2は必ずしも設ける必要はない。

【0038】上記光記録媒体1において、超解像膜3は、ヒートモード系の薄膜であってもよく、或いは、フォトンモード系の薄膜であってもよい。

【0039】ヒートモード系の薄膜としては、例えば、Sb及びTeなどの低融点金属を含有する薄膜、結晶化速度の速いGeSbTe膜、熱分解性のAg<sub>2</sub>O膜、及び熱脱色性のロイコ系色素を含有する薄膜などを挙げることができる。ヒートモード系で得られる超解像効果は、光照射により超解像膜3が加熱され、構成成分の少なくとも一部が何らかの熱的变化を生じ、その結果、光学定数が非線形的に変化することに基づいている。例えば、SbやTeを含有する薄膜及びGeSbTe膜などでは、光強度の高いビームスポット中央部で超解像膜が熔融することにより、その光学定数が非線形的に変化する。また、Ag<sub>2</sub>O膜では、超解像膜に含まれるAg<sub>2</sub>Oがビームスポット中央部でAgとOとに熱分解することにより、その光学定数が非線形的に変化する。さらに、

ロイコ系色素を含有する薄膜は、超解像膜に含まれる色素と発色剤とがビームスポット中央部で熱分離することにより透明化する。

【0040】一方、フォトンモード系の薄膜としては、フォトクロミック膜や半導体微粒子分散膜などを挙げることができる。フォトンモード系では、光による化学反応または電子励起を利用して超解像効果を得る。例えば、フォトクロミック膜で超解像効果を得るには、フォトクロミック材料の開環反応と閉環反応とで互いに波長の異なる光を照射するか、或いは、それら反応の一方を熱的に進行させる。そのため、フォトクロミック膜を用いた場合には、一般に、単一波長での動作が不可能であり、したがって、装置には複雑な光学系が必要となる。半導体微粒子分散膜では、充満帯から励起子準位もしくは伝導帯への電子励起による吸収飽和現象が利用される。超解像膜として半導体微粒子分散膜を用いた場合、光強度の高いビームスポット中央部では入射フォトン数が十分に多いため、励起可能な電子数が不足するか或いは上準位の状態が飽和し、その結果、入射フォトンをもさらに吸収することができず非線形的な光学応答を示す。半導体微粒子分散膜を用いた場合には、純安定準位を介しての電子の励起や脱励起が生じる場合も含めて、基本的には単一波長での動作が可能である。

【0041】半導体微粒子分散膜のうち、波長650nmの光を使用した場合に超解像効果が得られる半導体微粒子分散膜としては、例えば、CdSSe、Cu<sub>2</sub>O、AgTe、SrSe、SrTe、CaSi、ZnTe、CdO、CdTe、GaSe、InS、AlSb、SbSe、CuAlS、及びZnSiAsなどのような半導体微粒子を有機マトリクス中に分散させてなる薄膜を使用することができる。また、波長405nmの光を使用した場合に超解像効果が得られる半導体微粒子分散膜としては、例えば、ZnSSeTe、CuCl、CuBr、AgCl、AgBr、AgI、ZnO、ZnSe、GaS、AlSe、AlTe、InO、PbO、及びTiOなどのような半導体微粒子を有機マトリクス中に分散させてなる薄膜を使用することができる。さらに、記録や再生に上記以外の波長の光を使用する場合には、使用する光の波長に近いギャップ長を有する半導体材料を上記半導体微粒子の材料として用いればよい。

【0042】半導体微粒子分散膜は、例えば、基板2の一方の主面上に、液状有機マトリクス中に半導体微粒子が分散された塗工液をスピンコート法などによって塗布し、液状有機マトリクスを硬化させることにより形成することができる。なお、そのような塗工液は、例えば、半導体を構成する各元素を含む有機金属化合物の溶液を所定の割合で混合し、適当な温度に昇温することによって調製することができる。この塗工液は、原液でまたはスピンコート剤などを添加して適宜濃度調整して使用することができる。また、半導体微粒子分散膜の膜厚は、

塗工液の希釈度やスピンコートの際の基板回転数によって制御可能である。

【0043】半導体微粒子の粒径をより小さくした場合、量子サイズ効果によって励起寿命を長くして吸収飽和を容易に生じさせることや、吸収飽和し易い準位、例えば励起子準位、の吸収をより顕著にすることなどができる。半導体微粒子の粒径及び濃度は、有機金属化合物溶液中の有機金属化合物の濃度、有機金属化合物溶液の混合比、及び反応温度などによって制御可能である。なお、いずれの条件であっても、微粒子の生成がある程度進行すると微粒子の成長は飽和に達するため、均一なサイズの粒子を得ることができる。

【0044】超解像膜3は、主として再生時に超解像効果が得られるように感度を設定されていてもよく、或いは、主として記録時に超解像効果が得られるように感度を設定されていてもよい。超解像膜3の感度は、ヒートモード系では例えば融点を変化させることによって、フォトンモード系では例えば電子遷移エネルギーを変化させることによって調節可能である。

【0045】再生専用型の光記録媒体1においては、再生時に超解像効果が得られるように超解像膜3の感度を設定することにより、再生装置の回折限界未満の記録マーク（ビット）を各記録マーク間の間隔を狭めて形成したとしても、高い分解能で再生することができる。すなわち、記録密度を著しく向上させることができる。

【0046】また、記録及び再生の双方が可能な、すなわち記録可能型の、光記録媒体1において、例えば、主として再生時に超解像効果が得られるように超解像膜3の感度を設定した場合には、記録マークのサイズを著しく小さくすることは困難である。しかしながら、各記録マーク間の間隔を狭めて記録したとしても、高い分解能で再生することが可能となる。

【0047】さらに、記録可能型の光記録媒体1において、例えば、主として記録時に超解像効果が得られるように超解像膜3の感度を設定した場合には、記録マークのサイズを著しく小さくすること及び各記録マーク間の間隔を狭めて記録することの双方が可能である。この場合、記録に利用する光学系と同一の光学系では高い分解能で再生することが困難であるので、記録に利用する光学系とは別に、ビーム径をより小さくした光学系を準備すればよい。

【0048】光記録媒体1が記録可能型である場合、先に記載したように、光記録媒体1に感度が互いに異なる二種以上の超解像膜を設けることにより、同一の光学系で回折限界未満のサイズの記録マークを形成すること及びそのようなサイズのマークとして記録された情報を読み出すことができる。この場合、高感度の超解像膜及び低感度の超解像膜の双方を薄膜記録部4に対して光入射側に配置することができる。或いは、高感度の超解像膜を薄膜記録部4に対して光入射側に配置し、低感度の超

解像膜を記録膜と反射膜との間に配置してもよい。

【0049】後者の場合、前者に比べて、再生時の光損失を抑制する上で有利である。なお、通常、記録膜の膜厚は10～30nm程度と薄いため、入射光の多くは反射膜側に透過し、この透過光は反射膜で反射されて記録膜側へと戻る。記録膜の感度は、干渉膜などによってもたらされる多重干渉効果に大きく影響されるので、低感度の超解像膜を記録膜と反射膜との間に配置した場合、反射膜から記録膜へと戻る光ビームの径を縮小することができる。したがって、この場合も、高感度の超解像膜及び低感度の超解像膜の双方を薄膜記録部4に対して光入射側に配置した場合と同様に、同一の光学系で超解像記録及び超解像再生の双方を実現することができる。

【0050】前者のように薄膜記録部に対して光入射側に複数の超解像膜の積層構造を設ける場合、個々の超解像膜は焦点深度D<sub>f</sub>よりも厚い必要はなく、その積層構造の膜厚が焦点深度D<sub>f</sub>よりも厚ければよい。一方、後者の場合は、薄膜記録部4に対して光入射側に配置される超解像膜の膜厚が焦点深度D<sub>f</sub>よりも厚ければよく、記録膜と反射膜との間に配置する超解像膜の膜厚に特に制限はない。但し、記録膜と反射膜との間に配置する超解像膜の膜厚は、好ましくは焦点深度D<sub>f</sub>未満である。

【0051】上記のように超解像記録及び超解像再生の双方を実現するために光記録媒体1に感度が互いに異なる二種の超解像膜を設ける場合、低感度の超解像膜の臨界パワーは高感度の超解像膜の臨界パワーの数倍以上であることが好ましい。これは、記録パワーと再生パワーとは著しく異なっているためである。

【0052】また、図6を参照して説明したように、超解像膜3として高感度の超解像膜と低感度の超解像膜との積層構造を使用し、その積層構造を高感度の超解像膜が光入射側に位置するように配置した場合、透過光の強度分布プロファイルをよりシャープなものとすることができる。このような効果は、その積層構造の膜厚T<sub>3</sub>が上述した不等式に示す関係を満足していれば、光記録媒体1が再生専用型及び記録可能型のいずれであっても得ることができる。

【0053】高感度の超解像膜と低感度の超解像膜との積層構造としては、ヒートモード系については、例えば、高感度の超解像膜であるTe膜と低感度の超解像膜であるGeSbTe膜との積層構造を使用することができる。なお、そのような積層構造がヒートモード系である場合、各超解像膜間には、それらを構成する材料同士が混合されるのを防止するために透明誘電体薄膜を設けることが好ましい。

【0054】フォトンモード系については、波長405nmの光に対して超解像効果を示す積層構造として、例えば、S含有量及びTe含有量が互いに異なる複数のZnSSeTe微粒子分散膜の積層構造を使用することができる。この場合、S含有量がより少なく且つTe含有

量がより多いZnSSeTe微粒子分散膜は高感度の超解像膜として使用され、S含有量がより多く且つTe含有量がより少ないZnSSeTe微粒子分散膜は低感度の超解像膜として使用される。ZnSSeTe微粒子分散膜のエネルギーギャップ（電子遷移エネルギー）は、Teが多いと狭くなり、Sが多いと広がる。また、吸収飽和は、そのエネルギーギャップと照射光のエネルギーとの差が少ないほど低いパワーで生じさせることができる。したがって、上記のようにS含有量及びTe含有量を調節することにより、上記の積層構造を得ることができる。

【0055】上述した光記録媒体1がCDである場合、焦点レンズの開口数NAは0.5であり且つ使用するレーザービームの波長λは780nmである。したがって、この場合、超解像膜3の膜厚T<sub>3</sub>を1.56μmよりも厚くすることにより上述した効果を得ることができる。また、上述した光記録媒体1がHD-RAMである場合、焦点レンズの開口数NAは0.8であり且つ使用するレーザービームの波長λは410nmである。したがって、この場合、超解像膜3の膜厚T<sub>3</sub>を0.32μmよりも厚くすることにより上述した効果を得ることができる。さらに、上述した光記録媒体1がDVDである場合、焦点レンズの開口数NAは0.6であり且つ使用するレーザービームの波長λは650nmである。したがって、この場合、超解像膜3の膜厚T<sub>3</sub>を0.90μmよりも厚くすることにより上述した効果を得ることができる。

【0056】本発明の効果は、上記の理論によれば、超解像膜3の膜厚が厚いほど顕著となる。しかしながら、現実的には、臨界パワーP<sub>c</sub>以上の光に対する超解像膜3の透過率は100%未満である。換言すれば、高強度の光であっても超解像膜3で減衰される。通常、そのような減衰は超解像膜3に使用する材料に応じて異なるので、超解像膜3の膜厚の上限値は使用する材料に応じて適宜設定される。

【0057】上記光記録媒体1が再生専用型である場合、薄膜記録部4は、上述のように、超解像膜3側の面に記録マークとしてビットが設けられた反射膜である。この反射膜の材料としては、Al合金やAg合金などの金属材料を用いることができる。また、再生光として例えば波長650nmの光を使用する場合には、Cu、Au、及びTiNなどの金属やセラミックなども使用することができる。反射膜は、スパッタリング法などによって形成することができる。反射膜の膜厚は、通常は50nm以上であり、多くの場合、100nm程度に設定される。

【0058】上記光記録媒体1が記録可能型である場合、薄膜記録部4は相変化記録膜や光磁気記録膜などのように情報の記録を繰り返し行うことが可能な記録膜或いは色素系記録膜などのように情報の記録を1回のみ行



うことが可能な記録膜を有するものであれば特に制限はない。相変化記録膜の材料としてはGeSbTeやAgInSbTeが代表的であり、光磁気記録膜の材料としてはTbFeCoが代表的である。なお、超解像膜3と薄膜記録部4とは、前者では光学変化は基本的には光照射を継続している間においてのみ維持されるのに対し、後者では光学変化はメモリ性を有している点で異なっている。

【0059】薄膜記録部4が情報の記録が可能なものである場合、通常、薄膜記録部4は記録膜に加えて反射膜を有している。反射膜は、超解像膜3と反射膜との間に記録膜が介在するように配置される。そのような反射膜の材料としては、再生専用型に関して説明したものを使用することができる。

【0060】また、上記光記録媒体1が記録可能型である場合、薄膜記録部4の光学特性の最適化及び記録膜の保護などを目的として、記録膜を一對の干渉膜で挟持した構造を採用することが好ましい。そのような干渉膜の材料としては、記録膜が相変化記録膜である場合にはZnS・SiO<sub>2</sub>などが一般に用いられ、記録膜が光磁気記録膜である場合にはSiNが一般に使用される。

【0061】上述した光記録媒体1においては、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率が、超解像膜3と薄膜記録部4との界面における反射率よりも低く設定されていることが好ましい。この場合、特にフォーカス調整しなくとも焦点位置を自動的に超解像膜3と薄膜記録部4との界面に合わせることができる。このような反射率の調節は、各構成要素に使用する材料を適宜選択することにより行ってもよく、或いは、透明基板2と超解像膜3との間に反射防止膜を設けることにより行ってもよい。

【0062】反射防止膜は、屈折率が $n_s$ である材料からなり、膜厚が $\lambda/4n_s$ 程度の透明薄膜である。反射防止膜はスパッタリング法などで形成することができ、その材料としては、例えば、ZnS・SiO<sub>2</sub>、SiN、SiO、AlN、AlO、及びTiOなどを挙げることができる。反射防止膜は、単層構造であってもよいが、複数の薄膜を隣り合うもの同士の間で屈折率が互いに異なるように積層してなる積層構造とすることにより、より顕著な反射防止効果を得ることができる。

【0063】

【実施例】以下、本発明の実施例について説明する。以下に説明する各実施例では、ヒートモード系の超解像膜を有する光記録媒体及びフォトンモード系の超解像膜を有する光記録媒体を作製し、それぞれの動的評価を行う。各実施例について個々に説明するのに先立ち、まずは、それら実施例で使用する超解像膜について説明する。

【0064】以下の実施例では、ヒートモード系の超解像膜としてはTe膜を使用した。また、フォトンモード

系の超解像膜としては、CdSSe微粒子を有機マトリクス中に分散させてなり且つ波長650nmの光に対して光学応答を示す半導体微粒子分散膜、及び、ZnSSeTe微粒子を有機マトリクス中に分散させてなり且つ波長405nmの光に対して光学応答を示す半導体微粒子分散膜を使用した。

【0065】フォトンモード系の超解像膜であるTe膜は、スパッタリング法によって形成した。より具体的には、Te膜は、スパッタリング時に基板をIRランプで加熱することにより、所定の厚さを有する結晶質の薄膜として形成した。なお、この結晶質のTeをレーザ加熱すると溶融してその消衰係数が低下するため、Te膜の溶融部では透過率が増加する。また、Teの結晶化は速やかに進行するので、溶融したTeは加熱を終了すると直ちに結晶質のTeに戻る。Te膜の透過率は、このような原理で可逆的に変化させることが可能である。

【0066】一方、上記の半導体微粒子分散膜は、有機金属化合物を原料として用いて有機合成法によって塗工液を調製する調製工程と、その塗工液を基板上にスピコートする塗布工程とを順次行うことによって形成した。半導体微粒子分散膜にレーザ光を照射すると、照射部では、電子励起によって励起準位が飽和して透過率が上昇する。また、光照射を終了すると、脱励起によって元の状態へと戻る。半導体微粒子分散膜の透過率は、このような原理で可逆的に変化させることが可能である。

【0067】半導体微粒子分散膜の形成に用いる塗工液は、半導体を構成する各元素を含む有機金属化合物の溶液を所定の割合で混合し、適当な温度に昇温することによって調製した。このような方法によると、液状有機マトリクス中に半導体微粒子が分散された塗工液を得ることができる。また、この塗工液は、原液でまたはスピコート剤などを添加して適宜濃度調整して使用した。半導体微粒子分散膜の膜厚は、塗工液の希釈度やスピコートの際の基板回転数によって制御した。

【0068】次に、各実施例で使用する超解像膜の特性等について説明する。なお、それら特性は、光記録媒体の一部として形成した超解像膜について得られたものではなく、基板上に超解像膜のみを形成してなる超解像膜サンプルについて得られたものである。

【0069】以下の実施例で行うのと同じ条件で超解像膜として半導体微粒子分散膜を作製し、それぞれの半導体微粒子分散膜について、半導体微粒子の平均粒径と粒径分散とを調べた。その結果、半導体微粒子としてCdSSe微粒子及びZnSSeTe微粒子のいずれを用いた場合においても、半導体微粒子の平均粒径は3nm程度であり、粒径分散は10%以内であった。なお、上記のヒートモード系及びフォトンモード系超解像膜の膜厚を触診式膜厚計及び光学式膜厚計の双方で測定したところ、それら膜厚計によって得られた結果は10%以内の精度で一致した。



【0070】次に、超解像膜サンプルの超解像特性を調べた。すなわち、高パワーのガスレーザシステムを用い、超解像膜サンプルにビーム径が数100 $\mu$ mであり且つビームスポット内でパワー密度が均一である波長650nmのレーザビームを照射して、照射パワー密度と透過率との間の関係を調べた。図7及び図8にその結果を示す。

【0071】図7は、膜厚1 $\mu$ mのTe膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフである。また、図8は、膜厚1 $\mu$ mのCdSSe膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフである。なお、図7及び図8において、横軸は照射パワー密度Pを示し、縦軸は透過率Trを示している。

【0072】図7に示すように、Te膜の透過率変化は、Teの溶融に対応する照射パワー密度近傍で急峻である。一方、CdSSe膜では、Te膜ほどの急峻な透過率変化は見られないが、大きな透過率変化量を確認することができた。なお、Te膜及びZnSSeTe膜について波長405nmの光を使用して同様の評価を行ったところ、図7及び図8に示したのとほぼ同等の関係が得られた。

【0073】次に、各実施例について、順次説明する。  
（実施例1）図9は、本発明の実施例1に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図9に示す光ディスク1は再生専用型であって、透明基板2の一方の主面上に超解像膜3と薄膜記録部4である反射膜5が順次積層された構造を有している。

【0074】本実施例では、後述するように、後述する動的評価を、焦点レンズの開口数NAが0.65である場合及び0.85である場合のそれぞれについて行う。前者の場合、透明基板2としては、厚さが0.6mmであり且つ超解像膜3が設けられた面に記録情報としてビットが形成されたものを使用し、この透明基板2のビットが設けられた面に超解像膜3及び反射膜5を順次成膜することによって光ディスク1を得た。一方、後者の場

合、厚さが1.1mmであり且つ一方の主面に記録情報としてビットが形成された透明基板（図示せず）を使用し、この透明基板のビットが設けられた面に反射膜5及び超解像膜3を順次成膜し、さらに、超解像膜3上に例えば厚さが0.1mmである透明基板2を配置することによって光ディスク1を得た。

【0075】なお、いずれの場合においても、光学系の分解能（ $\approx 0.5 \times \lambda / NA$ ）を基準として、Duty比50%の単一周波数の信号をビットピッチを変化させて記録した。また、いずれの場合においても、超解像膜3は焦点深度D<sub>r</sub>よりも厚く形成した。

【0076】次に、以下に示す方法により、これら光ディスク1の動的評価を行った。すなわち、まず、上述した方法で作製した光ディスク1を一般的な光ディスク評価機にセットした後、ディスク1を回転させながら0.5mW程度の再生パワーでフォーカシング及びトラッキング調整を行った。次に、光学系の分解能未満のピッチでビットが形成されたトラックにガウス型の強度分布を有する光ビームをパワーを変化させながら照射することにより、CNR値が最大となる再生パワーを選択した。この操作によって、超解像膜の光照射部における透過率がビームスポット周縁部で十分に低く且つビームスポット中央部で十分になるように再生パワーを設定することができる。このような方法で設定した再生パワーで上記光ディスク1に記録された情報の再生を行い、ビットピッチとCNR値との関係を調べた。

【0077】なお、以下の表1に、本実施例で動的評価を行った光ディスク1について、超解像膜3の材料及びその膜厚T<sub>r</sub>並びに透明基板2の厚さを纏めて示す。また、表1には、光ディスク1の動的評価に使用した再生光の波長 $\lambda$ 、焦点レンズの開口数NA、及び焦点深度D<sub>r</sub>も併せて示す。

【0078】

【表1】

		超解像膜		基板厚 (nm)	$\lambda$ (nm)	NA	Df (nm)
		種類	膜厚 (nm)				
ディスク	(1)	Te 膜	$1.5 \times 10^3$	0.6	650	0.65	770
	(2)	CdSSe 微粒子 分散膜	$1.5 \times 10^3$	0.6	650	0.65	770
	(3)	Te 膜	$1.5 \times 10^3$	0.1	650	0.85	450
	(4)	CdSSe 微粒子 分散膜	$9 \times 10^2$	0.1	650	0.85	450
	(5)	Te 膜	$9 \times 10^2$	0.6	405	0.65	480
	(6)	ZnSSeTe 微粒子分散膜	$9 \times 10^2$	0.6	405	0.65	480
	(7)	Te 膜	$5 \times 10^2$	0.1	405	0.85	280
	(8)	ZnSSeTe 微粒子分散膜	$5 \times 10^2$	0.1	405	0.85	280

【0079】図10は、本発明の実施例1に係る光ディスク1に関して得られたビット長とCNR値との関係の一例を示すグラフである。図中、横軸はビット長を示しており、縦軸はCNR値を示している。また、図中、曲線5.5は上記表1のディスク(2)について得られたデータを示し、曲線5.6は超解像膜3の膜厚を500nmとしたこと以外はディスク(2)と同様の構造を有する光ディスクについて得られたデータを示し、曲線5.7は超解像膜3を設けなかったこと以外はディスク(2)と同様の構造を有する光ディスクについて得られたデータを示している。

【0080】図10から明らかなように、ビット長を500nm未満とした場合、厚さ1.5 $\mu$ mの超解像膜3を設けた光ディスク1及び厚さ500nmの超解像膜3を設けた光ディスクのいずれにおいても、超解像膜3を有していない光ディスクに比べれば、ビット長をより短くすることができる。しかしながら、その効果は、超解像膜3の膜厚を1.5 $\mu$ mとした場合と500nmとした場合とで大きく異なっている。すなわち、超解像膜3の膜厚を1.5 $\mu$ mとすることにより、ビット長を著しく短くすることが可能となることが分かる。

【0081】次に、超解像膜3の膜厚が異なること以外は上記表1のディスク(1)と同様の構造を有する光ディスク1を作製した。これら光ディスク1について、超解像膜3の膜厚 $T_s$ とマーク長が光学系の分解能の半分の長さであるビット列に関するCNR値(CNR50)との関係を調べた。その結果を図11に示す。

【0082】図11は、本発明の実施例1に係る光ディスク1に関して得られた焦点深度 $D_f$ に対する超解像膜3の膜厚 $T_s$ の比とCNR値との関係の一例を示すグラフである。図中、横軸は比 $T_s/D_f$ を示しており、縦軸はCNR値(CNR50)を示している。

【0083】一般に、CNRは40dB程度以上であることが必要である。図11から明らかなように、マーク長を光学系の分解能の半分の長さとした場合であっても、比 $T_s/D_f$ を1よりも高くすることにより40dBを上回るCNRを得ることができる。特に、比 $T_s/D_f$ を約1.25～約2.5の範囲内とした場合には、CNR50は50dB以上もの高い値を示した。

【0084】なお、CNR50は、比 $T_s/D_f$ が2.5以上になると低下している。これは、超解像膜の膜厚 $T_s$ が厚くなると、光学パスが長くなりビームスポット中央部での光吸収が増加するため、及び、透過すべき光成分の一部が超解像膜を伝播する過程で減衰して臨界パワー未満となるためである。したがって、比 $T_s/D_f$ は、5以下であることが好ましく、3以下であることがより好ましく、2以下であることが最も好ましい。

【0085】次に、以上説明した評価を上記表1のディスク(1)、(3)～(8)に関しても行った。その結果、図10及び図11に示したのと同様の傾向が見られた。

【0086】なお、本実施例で作製したディスク1では、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率が、超解像膜3と反射膜5との界面における反射率よりも低かったため、超解像膜3と反射膜5との界面、すなわち記録面、に対して自動的に焦点位置を合わせることができた。しかしながら、超解像膜3に用いる材料によっては、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率が過剰に高くなり、オートフォーカスでは透明基板2と超解像膜3との界面に焦点位置が合ってしまうことがある。この場合でもフォーカシングオフセット調製を行うことによって超解像膜3と反射膜5との界面に焦点位置を合わせることが可能であるが、透明基板2と超解像膜3との界面における反射率を超解像膜3と反射膜5と

の界面における反射率よりも低く設定することが好ましい。

【0087】（実施例2）本実施例では、主に、反射防止膜の効果について実証し、光ディスク1の超解像効果については他の実施例で説明する。

【0088】図12は、本発明の実施例2に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図12に示す光ディスク1は記録可能型であって、透明基板2の一方の主面上に、反射防止膜6、超解像膜3、干渉膜7、記録膜8、干渉膜9、及び反射膜5が順次積層された構造を有している。なお、干渉膜7、記録膜8、干渉膜9、及び反射膜5は、薄膜記録部4を構成している。また、通常、このような構造の光ディスク1において、反射膜5を除く薄膜記録部4の厚さは、焦点深度未満に設定されている。

【0089】本実施例では、超解像膜3として厚さ1 $\mu$ mのTe膜を用い、記録膜8としてGeSbTe膜を用い、干渉膜7、9としてZnS・SiO<sub>2</sub>膜を用いて図12に示す光ディスク1を作製した。また、反射防止膜6を有していないこと以外は同様の構造を有する光ディスク1も作製した。

【0090】なお、超解像膜3と薄膜記録部4との界面の反射率は、記録膜8が結晶質状態にある場合に20%であり且つ非晶質状態にある場合にほぼ0%となるように調節した。これは、記録マーク形成部と非形成部との間で高い光学コントラストを得るためである。このように結晶質状態及び非晶質状態における反射率を設定したところ、記録後における超解像膜3と薄膜記録部4との界面の平均的な反射率は10%程度であった。また、反射防止膜6を設けた光ディスク1では、反射防止膜6及び超解像膜3からなる積層構造と透明基板2との界面における反射率は3%程度であり、反射防止膜6を有していない光ディスク1では、超解像膜3と透明基板2との界面における反射率は15%程度であった。

【0091】次に、これら光ディスク1の記録膜8を初期結晶化した。次いで、照射光の波長 $\lambda$ が650nmであり、焦点レンズの開口数NAが0.65である光ディスク評価機を用い、実施例1で説明したのと同様の方法により、これら光ディスク1の評価を行った。

【0092】その結果、反射防止膜6を設けた光ディスク1では、記録及び再生の双方に際し、超解像膜3と薄膜記録部4との界面に対して自動的に焦点位置を合わせることができた。一方、反射防止膜6を有していない光ディスク1に関しては、記録前の状態では超解像膜3と薄膜記録部4との界面に対して自動的に焦点位置を合わせることができた。しかしながら、記録後は透明基板2と超解像膜3との界面に焦点位置が合ってしまい再生が困難となることがあった。

【0093】なお、光ディスク1が反射防止膜6を有していなくとも、フォーカスオフセット調整を行って超解

像膜3と薄膜記録部4との界面にフォーカシングすれば、記録マークの長さが光学系の分解能未満であっても高いCNRで再生信号を得ることができた。しかしながら、そのような調整なしで安定した動作を継続するためには、透明基板2と薄膜記録部4との間に反射防止膜6を設けることが好ましいことが分かった。

【0094】（実施例3）本実施例では、主に、互いに感度の異なる複数の超解像膜を積層した場合に得られる効果について実証する。

【0095】図13は、本発明の実施例3に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図13に示す光ディスク1は再生専用型であって、透明基板10の一方の主面上に、薄膜記録部4である反射膜5、第1の超解像膜3a、第2の超解像膜3b、及び透明基板2が順次積層された構造を有している。なお、第1の超解像膜3aは第2の超解像膜に比べて低感度である（或いは、臨界パワーが高い）。また、図示していないが、透明基板10の反射膜5側の面には記録情報に対応してビットが設けられており、これらビットは反射膜5の透明基板2側の面に転写されている。

【0096】本実施例では、透明基板2として、厚さ0.1mmのUV樹脂基板を使用した。この光ディスク1は、焦点レンズの開口数NAが0.85である条件下での動作に適した構造を有しており、透明基板10のビットが設けられた面に、反射膜5、第1の超解像膜3a、及び第2の超解像膜3bを順次成膜し、最後に透明基板2を配置することにより得ることができる。

【0097】また、本実施例では、低感度の超解像膜3a及び高感度の超解像膜3bとしてZnSSeTe微粒子分散膜を使用した。なお、それら超解像膜3a、3bの感度は、超解像膜3bに比べて超解像膜3aにおけるS含有量がより高く且つTe含有量がより少なくすることにより調節した。また、超解像膜3aの膜厚と超解像膜3bの膜厚とは同一とし、それらが形成する積層構造の膜厚が互いに異なる複数の光ディスク1を作製した。

【0098】次に、これら光ディスク1について、実施例1で説明したのと同様の方法により、超解像膜3a、3bが形成する積層構造の膜厚とCNR50との関係を調べた。その結果、図11に示すデータに比べ、比 $T_r/D_r$ が2以下の範囲ではCNR50は2~3dB向上し、CNR50は比 $T_r/D_r$ が1.1~3.5程度まで50dB以上の値を維持した。

【0099】このようにCNR50が向上した理由は、高感度の超解像膜を伝播する際に光ビーム周縁部が遮られる遮断効果に、低感度の超解像膜を伝播する際に光ビーム周縁部が遮られる遮断効果が重畳されて、透過光の強度分布プロファイルをよりシャープなものとすることができたためであると考えられる。また、CNR50が50dB以上の値を示す比 $T_r/D_r$ の上限値が高められた理由は、焦点から離れた位置における光ビーム中央部

のパワー密度が、超解像膜の光学定数が変化するパワー密度よりも高く設定されたため、焦点から離れた位置での過度な光の減衰が防止されたためであると見なすことができる。

【0100】(実施例4)図14は、本発明の実施例4に係る光ディスクを概略的に示す断面図である。図14に示す光ディスク1は記録可能型であって、透明基板2の一方の主面上に、第1の超解像膜3a、干涉膜7、記録膜8、干涉膜9、第2の超解像膜3b、及び反射膜5が順次積層された構造を有している。なお、干涉膜7、記録膜8、干涉膜9、及び反射膜5は、薄膜記録部4を構成している。

【0101】図14に示す構造は、焦点レンズの開口数NAが0.65程度である場合に適している。焦点レンズの開口数NAが0.85程度である場合には、図示しない基板上に、反射膜5、第2の超解像膜3b、干涉膜9、記録膜8、干涉膜7、第1の超解像膜3a、及び透明基板2を順次積層してなる構造を採用することが好ましい。

【0102】本実施例では、図14に示す構造を採用し、透明基板2としては、マスタリングプロセスによってアドレスビット及びトラッキンググルーブが形成されたポリカーボネートディスクを使用した。また、超解像膜3aとしては膜厚 $T_1$ が600nmであるZnSSeTe微粒子分散膜を使用し、干涉膜7としては膜厚60nmのZnS・SiO<sub>2</sub>膜を使用し、記録膜8としては膜厚20nmのGeSbTe膜を使用し、干涉膜9としては膜厚15nmのZnS・SiO<sub>2</sub>膜を使用し、超解像膜3bとしては膜厚200nmのZnSSe微粒子分散膜を使用し、反射膜5としては膜厚100nmのAgPdCu膜を使用した。これら薄膜のうち、超解像膜3a、3bは前述した有機合成法による塗工液の調製及びスピンコートによる塗布を順次行うことによって形成し、それら以外の薄膜はいずれもスパッタリング法により形成した。以上のようにして図14に示す光ディスク1を作製した。

【0103】なお、超解像膜3a、3bの感度は、半導体微粒子の組成を変化させてエネルギーギャップを適当な値とすることにより、超解像膜3aの臨界パワーが0.5~1mWの範囲内となるように及び超解像膜3bの臨界パワーが7~10mWの範囲内となるように調節した。

【0104】次に、照射光の波長 $\lambda$ が405nmであり、焦点レンズの開口数NAが0.65である光ディスク評価機を用いて、上記光ディスク1に対して記録再生試験を行った。その結果、記録マークのピッチが光学系の分解能(約300nm)の1/4である場合においても、40dB以上もの高いCNR値が得られた。また、超解像膜3aの膜厚が異なること以外は同様の構造を有する複数の光ディスク1を作製し、これら光ディスクに

についても記録再生試験を行った。これにより得られた結果をもとに、マークピッチを分解能の1/4とした場合における、CNRと比 $T_1/D_1$ との関係を求めたところ、図11に示したのと類似の結果が得られた。

【0105】(実施例5)本実施例では、上記の実施例1~実施例4で作製した光ディスク1に記録された情報の再生やその光ディスク1への情報の記録に利用可能な光ディスク装置について説明する。

【0106】図15は、本発明の実施例5に係る光ディスク装置を概略的に示す図である。図15に示す光ディスク装置21は、光ディスク1、スピンドルモータ22、焦点レンズ23、ハーフミラー24、レーザ光源25、光検出器26、ブリアンプ27、可変利得アンプ28、A/D変換回路29、線形等価回路30、データ検出回路31、デコーダ32、ドライブコントローラ33、駆動制御系34、インターフェース35、変調回路36、及びレーザドライバ37を有している。なお、通常、光ディスク装置21には、ビーム整形プリズム及び半波長板が必要であり、光ディスク1が光磁気ディスクである場合には偏光子及び検光子などが必要であるが、図15では、それら部材は省略して描かれている。

【0107】図15に示す光ディスク装置21において、光ディスク1は再生専用型または記録可能型であり、この光ディスク1は、透明基板2が図中上向きとなるようにスピンドルモータ22の回転軸に着脱可能に或いは着脱不可能に支持されている。光ディスク1は、スピンドルモータ22の回転数を制御することにより、所定の回転数で回転され得る。

【0108】光ディスク1の上方には、ピックアップ系の一部を構成する焦点レンズ23が配置されている。これらピックアップ系及びスピンドルモータ22は、駆動制御系34を介してドライブコントローラ33によって駆動される。このように構成される駆動機構によって、光ディスク1の回転数の制御並びにフォーカシング及びトラッキング制御が可能とされている。

【0109】この光ディスク装置21では、光ディスク1の超解像膜3の膜厚 $T_1$ よりも光学系の焦点深度 $D_1$ が短い。すなわち、レーザ光源25から出射されるレーザビームの波長 $\lambda$ 、焦点レンズ23の開口数NA、及び光ディスク1の超解像膜3の膜厚 $T_1$ は、不等式： $T_1 > 0.5 \times (\lambda / NA^2)$ に示す関係を満足している。

【0110】このように構成される光ディスク装置21での情報の記録は、上述のように光ディスク1の回転数の制御並びにフォーカシング及びトラッキング制御を行いつつ以下の方法により行われる。すなわち、情報の記録に際しては、そのような制御のもと、まず、ドライブコントローラ33によってインターフェース35を介して取り込んだユーザデータ信号を変調回路36へと転送する。ユーザデータ信号は変調回路36で所定の符号ビット列へと変換される。レーザドライバ37は、レーザ

光源 25 を符号ビット列に対応して駆動し、それにより、レーザ光源 25 はパルス状のレーザビームを記録光として出射する。

【0111】記録光は、ハーフミラー 24 を透過して焦点レンズ 23 へと導かれ、光ディスク 1 上に集光照射される。これにより、光ディスク 1 の記録膜 8 には、符号ビット列に対応した記録マークが形成される。図 15 に示す光ディスク装置 21 での情報の記録は、以上のようにして行われる。なお、最短マークピッチを狭めて記録するためには、変調回路 36 の出力信号や駆動制御系 34 の出力信号などを変化させればよい。

【0112】また、この光ディスク装置 21 での情報の再生は、上述のように光ディスク 1 の回転数の制御並びにフォーカシング及びトラッキング制御を行いつつ以下の方法により行われる。すなわち、情報の記録に際しては、そのような制御のもと、まず、レーザ光源 25 から再生パワーレベルのレーザビームを再生光として出射する。なお、レーザビームのパワーレベルは、レーザ光源 25 からの出力を周期が一定なパルス光とし、その周期を適宜設定することにより制御可能である。レーザ光源 25 から出射した再生光は、ハーフミラー 24 を透過して焦点レンズ 23 へと導かれ、光ディスク 1 上に集光照射される。光ディスク 1 の記録トラックからの反射光は、ハーフミラー 24 で反射されて光検出器 26 へと導かれ、そこで電気信号へと変換される。

【0113】光検出器 26 からの電気信号は、ブリアンプ 37 及び可変利得アンプ 28 で増幅され、その後、A/D 変換回路 29 でデジタル信号へと変換される。次いで、このデジタル信号は、線形等化回路 30 でフィルタリングされてノイズに起因するジッタ成分を除去される。データ検出回路 31 は、例えば、パーシャルレスポンスで等化した再生信号波形からデータを検出するマキシマムライクリフッド法によって符号ビット列を推定する信号処理回路であり、具体的にはビタビデコーダである。デコーダ 32 は、データ検出回路 31 によって検出された符号ビット列を元の記録データへと復元する。このようにして復元された記録データは、ドライブコントローラ 33 及びインターフェース 35 を介して装置外部へと出力される。図 15 に示す光ディスク装置 21 での情報の再生は、以上のようにして行われる。

【0114】なお、図 15 に示す光ディスク装置 21 は記録及び再生の双方が可能な記録可能型である。この光ディスク 21 を再生専用型とする場合は、変調回路 36 は必ずしも設ける必要はない。また、焦点レンズ 23 及び光源 25 以外の光学系は、図 15 に示す構造に限られるものではなく、様々な変形が可能である。

【0115】

【発明の効果】以上説明したように、本発明では、超解像膜の厚さ  $T_s$  を焦点深度  $D_f$  よりも厚くすることにより、超解像膜と薄膜記録部との界面を焦点位置に合わせ

た場合に、焦点位置近傍だけでなくビーム径の変化率の大きな位置にも超解像膜を存在させている。そのため、本発明によると、従来技術に比べて著しく大きな超解像効果を得ることができる。すなわち、本発明によると、超解像効果を十分に引き出し得る技術が提供される。また、本発明によると、超解像効果を容易且つ十分に引き出し得る技術が提供される。

【図面の簡単な説明】

【図 1】照射光強度と超解像膜の光学応答との間の理想的な関係を示すグラフ。

【図 2】図 1 に示す光学変化を示す超解像膜への入射前及び透過後におけるガウス型光ビームの強度分布を示すグラフ。

【図 3】光学定数が一定の領域内を焦点レンズで集束させた光が伝播する状態を概略的に示す図。

【図 4】本発明の一実施形態に係る光記録媒体を概略的に示す断面図。

【図 5】本発明により得られる効果の一例を概略的に示すグラフ。

【図 6】本発明により得られる効果の他の例を概略的に示すグラフ。

【図 7】膜厚  $1\mu\text{m}$  の Te 膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフ。

【図 8】膜厚  $1\mu\text{m}$  の CdSSe 膜に関して得られた照射パワー密度と透過率との関係を示すグラフ。

【図 9】本発明の実施例 1 に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

【図 10】本発明の実施例 1 に係る光ディスクに関して得られたビット長と CNR 値との関係の一例を示すグラフ。

【図 11】本発明の実施例 1 に係る光ディスクに関して得られた焦点深度  $D_f$  に対する超解像膜の膜厚  $T_s$  の比と CNR 値との関係の一例を示すグラフ。

【図 12】本発明の実施例 2 に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

【図 13】本発明の実施例 3 に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

【図 14】本発明の実施例 4 に係る光ディスクを概略的に示す断面図。

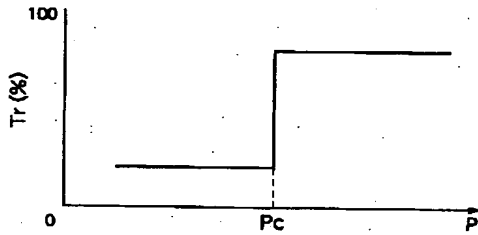
【図 15】本発明の実施例 5 に係る光ディスク装置を概略的に示す図。

【符号の説明】

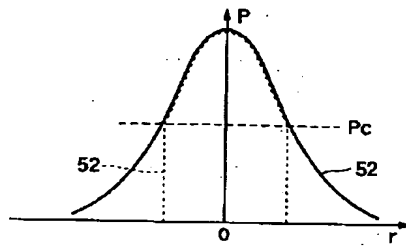
1…光記録媒体； 2, 10…透明基板； 3, 3a, 3b…超解像膜； 4…薄膜記録部； 5…反射膜； 6…反射防止膜； 7, 9…干渉膜； 8…記録膜； 11…光ビーム； 21…光ディスク装置； 22…スピンドルモータ； 23…焦点レンズ； 24…ハーフミラー； 25…レーザ光源； 26…光検出器； 27…ブリアンプ； 28…可変利得アンプ； 29…A/D 変換回路； 30…線形等価回路； 31…データ検出回路；

32…デコーダ; 33…ドライブコントローラ; 3 \* 変調回路; 37…レーザドライバ; 51~57…曲線  
4…駆動制御系; 35…インターフェース; 36…\*

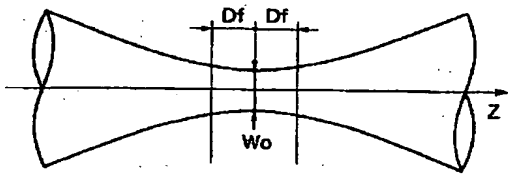
【図1】



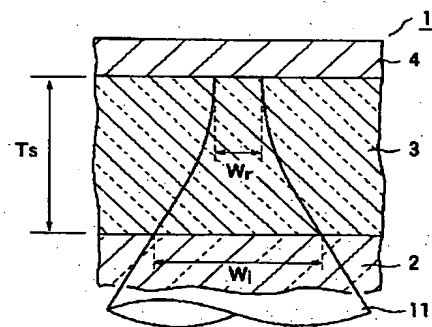
【図2】



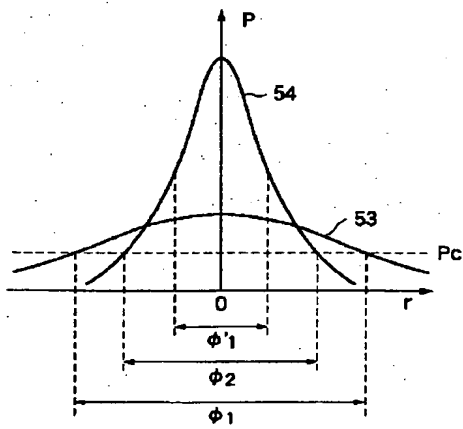
【図3】



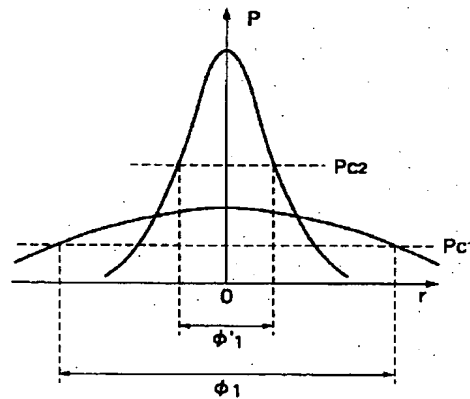
【図4】



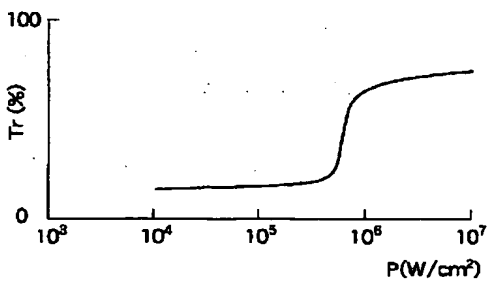
【図5】



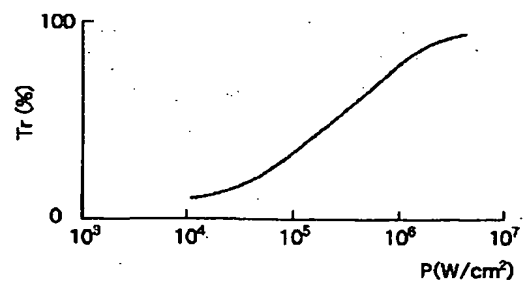
【図6】



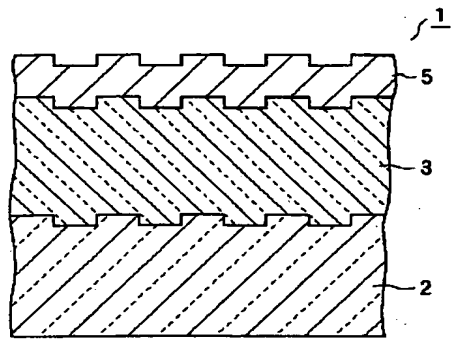
【図7】



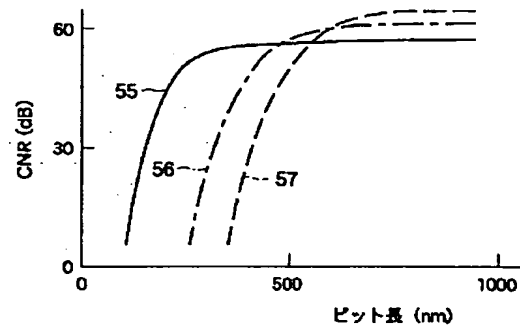
【図8】



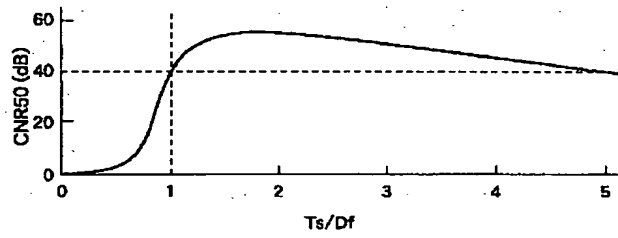
【図9】



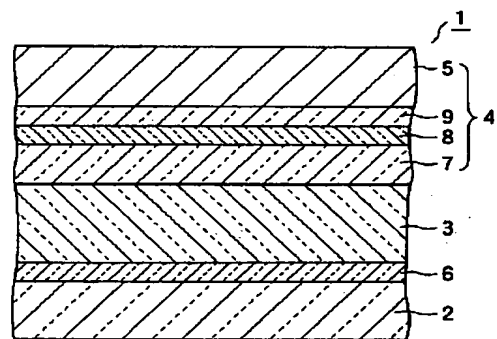
【図10】



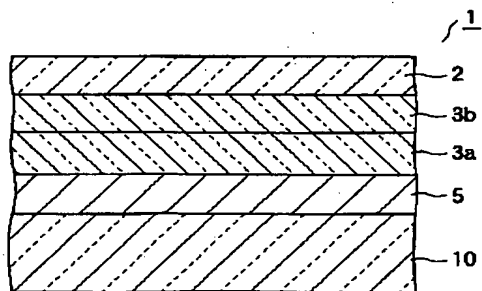
【図11】



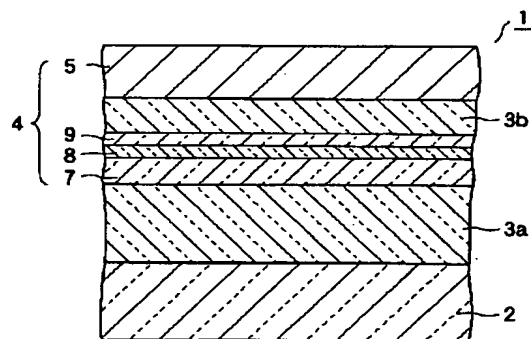
【図12】



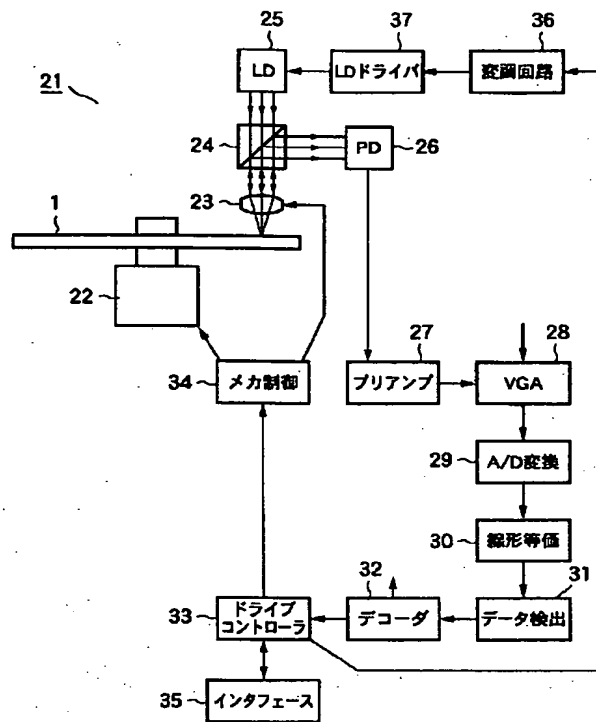
【図13】



【図14】



【図15】



フロントページの続き

(72)発明者 都鳥 顕司  
 神奈川県川崎市幸区小向東芝町1番地 株  
 式会社東芝研究開発センター内  
 (72)発明者 神谷 格  
 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 三  
 菱化学株式会社内

(72)発明者 吉江 建一  
 東京都千代田区丸の内二丁目5番2号 三  
 菱化学株式会社内  
 Fターム(参考) 5D029 MA39  
 5D090 AA01 BB04 BB10 BB12 CC05  
 DD01 EE02 FF11 KK03